



Bibliotheken Bibliotheken und Archive (K)ein Platz für Schimmelpilze

Leitfaden für Bau, Ausstattung und Betrieb

Archive



Schriftenreihe der Unfallkasse Hessen

Schriftenreihe der Unfallkasse Hessen

Band 11

BIBLIOTHEKEN UND ARCHIVE: (K)EIN PLATZ FÜR SCHIMMELPILZE

Leitfaden für Bau, Ausstattung und Betrieb



Unfallkasse Hessen
Partner für Sicherheit

Herausgeber:

© Unfallkasse Hessen

Leonardo-da-Vinci-Allee 20, 60486 Frankfurt am Main

Telefon: 069 29972-0, Telefax: 069 29972-207

Internet: www.ukh.de

E-Mail: ukh@ukh.de

Hauptabteilung Prävention

Service-Telefon: 069 29972-233, Telefax: 069 29972-235

E-Mail: praev@ukh.de

Regionalbüro Nordhessen

Friedrich-Ebert-Straße 21, 34117 Kassel

Telefon: 0561 72947-0, Telefax: 0561 72947-11

Autorin:

Christina Walther, Unfallkasse Hessen

Redaktionelle Bearbeitung:

Pia Ungerer, Unfallkasse Hessen

Grafische Gestaltung und Satz:

Gabel Typographie, Oppenheim

Fotos:

Christina Walther, Unfallkasse Hessen

Monika Bernhardt, Staatsarchiv Darmstadt

Winfried Eberhardt, Frankfurt

Unser Dank der Internationalen Sektion der IVSS (Internationalen Vereinigung für soziale Sicherheit) für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der chemischen Industrie, Heidelberg für die erhaltene Genehmigung zum Abdruck der Schemazeichnungen (Abb. 1, 3-4).

Herstellung:

Anke Diedrich, Universum Verlag

Verlag und Druck:

Universum Verlag GmbH & Co. KG, 65175 Wiesbaden

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

Verantwortlich für den Inhalt ist die Autorin

© für diesen Band: Unfallkasse Hessen

Dezember 2005

ISBN 3-934729-10-X

Vorwort

Gesundheitliche Belastungen durch Schimmelpilze können an vielen Arbeitsplätzen auftreten – nicht nur in Bibliotheken, Archiven und Restauratorenwerkstätten von Museen, sondern auch in „normalen“ Verwaltungen: Das papierlose Büro ist (noch) eine Fiktion. Daher werden Altakten aus Platzgründen häufig auch in Räumen gelagert, in denen die Schimmelpilze ideale Lebensbedingungen vorfinden.

Schimmelpilze sind, falls sie in einer der Außenluft entsprechenden Konzentration vorliegen, für einen gesunden Menschen ungefährlich. Hohe Sporenkonzentrationen in der Raumluft dagegen, vielleicht noch in Verbindung mit einer geschwächten Immunabwehr, können die Gesundheit der Beschäftigten belasten. So treten bestimmte Erkrankungen – insbesondere der Atemwege – auch besonders häufig bei Restauratoren auf, die einen verstärkten Kontakt zu verschimmeltem Papier oder zu verschimmelten organischen Materialien wie Gemälden, Möbeln oder Textilien haben.

Die vorliegende Publikation hat zwei Ziele: Sie möchte zunächst generell über das Phänomen der Schimmelpilze, über deren Lebensbedingungen und über ihre pathogene Wirkung informieren. Betroffene sind nicht nur die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die selbst direkten Umgang mit verschimmeltem Papier haben. Betroffene sind ebenso die Führungskräfte, die für die Erhaltung der Gesund-

heit ihrer Mitarbeiter verantwortlich sind, aber auch Personalvertretungen, Betriebsärzte, Fachkräfte für Arbeitssicherheit und andere Funktionsträger.

Das zweite Ziel der Publikation ist es, Wege und Möglichkeiten aufzuzeigen, um die Beschäftigten vor den Gefahren der Schimmelpilze zu schützen und die Vermehrung der Schimmelpilze allgemein einzudämmen.

Die meisten Beispiele der Publikation beziehen sich zwar auf Bibliotheken und Archive. Es ist jedoch kein Problem, die Gefährdungen und Schutzmaßnahmen auch auf andere Arbeitsbereiche, in denen mit schimmelpilzbefallenen Materialien umgegangen wird, zu übertragen.

Wir wünschen uns, dass auch in Zeiten leerer Kassen die häufig einfachen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor den Gefahren durch Schimmelpilze umgesetzt werden können. Die Präventionsfachleute der Unfallkasse Hessen stehen den Verantwortlichen und Betroffenen in unseren Mitgliedsbetrieben (kommunale und staatliche Museen, Archive, Bibliotheken, Verwaltungen und andere Dienststellen) gern beratend zur Seite.

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen viel Erfolg im betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz.

Ihre Unfallkasse Hessen



Dr. Torsten Kunz
Leiter des Präventionsbereiches



Gerd Ulrich, Geschäftsführer

Danksagung

Bei den nachfolgenden Personen und Institutionen möchte ich mich ganz herzlich für die freundliche Unterstützung während der Recherchen zu dieser Publikation bedanken:

Herrn Becker, Restaurator
Universitäts- und Landesbibliothek
Darmstadt

Frau Bernhardt, Fotografin
Hessisches Staatsarchiv Darmstadt

Frau Grabe, Restauratorin
Freies Deutsches Hochstift,
Frankfurt am Main


Frau Hähner, Restauratorin
Universitätsbibliothek der
Philipps-Universität Marburg

Herrn Hofferberth, Restaurator
Hessisches Staatsarchiv Darmstadt

Herrn Prof. Dr. Kost, Biologe
Fachbereich Biologie der
Philipps-Universität Marburg

Herrn Dr. Rexer, Biologe
Fachbereich Biologie der
Philipps-Universität Marburg

Frau van Issem, Restauratorin
Niedersächsische Staats- und
Universitätsbibliothek Göttingen



Dipl.-Biol. Christina Walther

Inhalt

Einleitung	1
1. Rechtliche Grundlagen	2
2. Schimmelpilze	6
2.1 Lebensräume und Lebensweise von Schimmelpilzen	6
2.2 Gesundheitsgefährdung durch Schimmelpilze	13
3. Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz	17
3.1 Archivgut	17
3.2 Arbeitsabläufe	19
3.3 Gefährdungsbeurteilung	26
4. Arbeitsschutzmaßnahmen	31
4.1 Technische Schutzmaßnahmen	31
4.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen	34
4.3 Persönliche Schutzmaßnahmen	37
5. Zusammenfassung	39
6. Anhang	41
I Abkürzungsverzeichnis	41
II Literatur	42
III Hautschutz- und Hygieneplan-Muster	45
IV Betriebsanweisung-Muster (gem. § 14 GefStoffV)	49
V Betriebsanweisung-Muster (gem. § 12 BioStoffV)	53

Einleitung

Im Allgemeinen heißt es, Lesen bildet. Dass Lesen todkrank machen kann, ist spätestens seit Umberto Ecos Roman „Der Name der Rose“ bekannt. Die Mönche in der mittelalterlichen Klosterbibliothek wurden durch ihre Leseleidenschaft dahingerafft. Doch selbst in der heutigen Zeit birgt der Umgang mit alten Folianten und Handschriften oder auch das Lesen neuerer Lektüre Gefahren. Die Mitarbeiter¹⁾ in Bibliotheken und Archiven bekommen zwar keine dunklen Finger- oder Zungenspitzen, aber es wird eine relative Häufung von Erkrankungen der oberen Atemwege festgestellt. Eine Ursache dieser Erkrankungen wird in der Exposition gegenüber Schimmelpilzen und deren Sporen gesehen, die ganze Bestände besiedeln und wertvolle Bücher regelrecht auffressen können. Praktisch alle großen Bibliotheken und Archive beklagen Millionenverluste durch Schimmelpilzbefall.

Im vorliegenden Leitfaden wird ausgeführt, dass die Schimmelpilze verschiedene Krankheiten auslösen können und daher als Verursacher von Berufskrankheiten bzw. arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren in Betracht kommen. Zusätzlich gibt das Handbuch einen Überblick über die Voraussetzungen für das Wachstum von Schimmelpilzen in Bibliotheken und Archiven. Im Zentrum stehen jedoch Schutzmaßnahmen, mit deren Hilfe die Belastung der Beschäftigten durch

Schimmelpilze minimiert werden können. Im Vergleich zu den anderen Mitarbeitern sind die Buchrestauratoren am stärksten durch die Schimmelpilze gefährdet, weil sie einen sehr intensiven Kontakt zu Büchern oder Ähnlichem haben und gerade die am schlimmsten befallenen Werke bearbeiten müssen, um sie für die Nachwelt zu erhalten. Deshalb soll diese Berufsgruppe stellvertretend für alle Beschäftigten in Bibliotheken und Archiven genauer betrachtet werden. Wenn die Gefährdung der Restauratoren durch Schimmelpilze minimiert ist, dann kann davon ausgegangen werden, dass auch die Belastung der anderen Beschäftigten gering ist. Das Handbuch soll insgesamt als Leitfaden für den Bau, die Ausstattung und die Arbeitssicherheitsorganisation sowie den Betrieb der Bibliotheken und Archive dienen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind teilweise auf andere Einrichtungen bzw. Berufsgruppen übertragbar, die (antiken) Objekte aus organischen Materialien über lange Zeiträume aufbewahren oder mit diesen umgehen. Solche Güter finden sich vor allem in Depots von Museen oder in den Werkstätten von Archäologen und Restauratoren. Einige der im Folgenden vorgeschlagenen Maßnahmen können dort ebenfalls nutzbringend eingesetzt werden.

¹⁾ *Selbstverständlich finden sich auch viele weibliche Beschäftigte unter den Mitarbeitern von Bibliotheken und Archiven. Zur Vereinfachung wird im Folgenden jedoch nur noch die männliche Form benutzt.*

Rechtliche Grundlagen

Für Arbeiten mit Schimmelpilzen oder Arbeiten in deren Gefahrenbereich gilt die Biostoffverordnung (BioStoffV) [1]²⁾, die auf der Grundlage des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) [2] erlassen wurde. Mittels der Unfallverhütungsvorschrift (UVV) GUV-V B12 „Biologische Arbeitsstoffe“ bzw. der Unfallverhütungsvorschrift GUV-V A1 „Grundsätze der Prävention“³⁾, können die gesetzlichen Unfallversicherungsträger die BioStoffV unmittelbar in die Beratung und Überwachung einbeziehen.

Zu den biologischen Arbeitsstoffen zählen Mikroorganismen, Zellkulturen und humanpathogene Endoparasiten, sofern sie beim Menschen Infektionen bzw. sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. Wenn die Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG ergibt, dass ein Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen stattfindet, dann muss eine detaillierte Gefährdungsbeurteilung nach §§ 6 und 7 BioStoffV erfolgen. Die formale Vorgehensweise ist in der BioStoffV festgelegt.

Zunächst muss festgestellt werden, ob es sich bei der Tätigkeit um einen gezielten oder einen nicht gezielten Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen handelt. In § 2, Abs. 5 BioStoffV ist geregelt, dass die drei nachfolgenden Kriterien erfüllt sein

müssen, damit der Tatbestand für einen gezielten Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen erfüllt ist:

- ❖ Der biologische Arbeitsstoff muss mindestens der Spezies nach bekannt sein
- ❖ die Tätigkeit muss auf einen oder mehrere biologische Arbeitsstoffe ausgerichtet sein
- ❖ die Exposition der Beschäftigten muss im Normalbetrieb hinreichend bekannt oder abschätzbar sein.

In Bibliotheken und Archiven wird im Normalfall höchstens das erste und/oder das dritte, nie jedoch das zweite Kriterium erfüllt sein, so dass dort von einem nicht gezielten Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen auszugehen ist. Zur Festlegung von Schutzmaßnahmen muss die weitere Informationsbeschaffung auf diesem ersten Ergebnis aufgebaut werden.

Die erforderlichen Schutzmaßnahmen zum Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen richten sich nach der Risikogruppe, in die diese eingestuft werden. Es existieren vier Risikogruppen:

- ❖ **Risikogruppe 1:** Biologische Arbeitsstoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.

²⁾ Das Literaturverzeichnis ist im Anhang abgedruckt.

³⁾ Mit dem Inkrafttreten der GUV-V A1 am 01.04.2005 wird die GUV-V B12 zurückgezogen.



Foto 1: Bücherregal im Staatsarchiv Darmstadt.

- ❖ **Risikogruppe 2:** Biologische Arbeitsstoffe, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen können; eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.
- ❖ **Risikogruppe 3:** Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.
- ❖ **Risikogruppe 4:** Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevöl-

kerung ist unter Umständen groß; normalerweise ist eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich.

Die Risikogruppen von Mikroorganismen sollen maßgeblich mit Hilfe von Anhang III der Richtlinie 2000/54/EG „Biologische Arbeitsstoffe“ ermittelt werden. Dort sind jedoch nur wenige Pilzarten aufgeführt. Darüber hinaus hat der Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS) eine Einstufung von Pilzen in Risikogruppen vorgenommen und zwar in der technischen Regel für biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 460 „Einstufung von Pilzen in Risikogruppen“ [3]. Einstufungen von Pilzen in Risikogruppen finden sich zusätzlich in den Berufsgenossenschaftlichen Informationen (BGI) 634 Merkblatt Bo07 „Einstufung von biologischen Arbeitsstoffen: Pilze“ aus der Reihe „Sichere Biotechnologie“ der BG Chemie [18] und in der „Liste risikobewerteter Spender- und Empfängerorganismen für gentechnische Arbeiten“ von der Zentralen Kommission für die biologische Sicherheit (ZKBS) – angesiedelt beim Robert-Koch-Institut. Beide Listen können für die Informationsbeschaffung genutzt werden, auch wenn keine biotechnologischen oder gentechnischen Arbeiten zu Grunde liegen. Es lassen sich mit Hilfe dieser Informationsquellen eine Reihe von Schimmelpilzen einstufen, die sowohl in Bibliotheken als auch Archiven vorkommen können und den Risikogruppen 1 oder 2 zuzuordnen sind.

Die genannten Listen geben jedoch nur einen Hinweis auf das infektiöse Potenzial von Schimmelpilzen. Die Sporen von Schimmelpilzen haben aber zusätzlich ein allergenes Potenzial. Informationen hierzu enthalten:

- ❖ die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 540 „Sensibilisierende Stoffe“ [4] und
- ❖ die TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe“ [5].

Die TRGS 907 enthält eine Auflistung von Stoffen, bei denen nach gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen von einer atemwegsensibilisierenden Wirkung bzw. einer sensibilisierenden Wirkung durch Hautkontakt auszugehen ist, die aber (noch) nicht von der Europäischen Union (EU) eingestuft sind. Unter anderem ist dort schimmelpilzhaltiger Staub als atemwegssensibilisierender Stoff aufgeführt. Der Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS) hat sich dieses Problems ebenfalls angenommen und den Beschluss 606 „Biologische Arbeitsstoffe mit sensibilisierender Wirkung“ [6] verabschiedet. Er soll zukünftig als ein gesonderter Teil in eine TRGS/TRBA 540 aufgenommen werden. In dem oben genannten Beschluss sind explizit Bibliotheken, Archive und Museen mit dem Hinweis aufgeführt, dass bei Tätigkeiten mit mikrobiell besiedeltem Gut, bei Restaurierung, Entstaubung und Reinigung der Bestände mit einer möglichen Gefährdung durch sensibilisierende Arbeitsstoffe zu rechnen ist.

Beim Umgang mit Schimmelpilzen in Bibliotheken und Archiven sind folgende Technische Regeln zu beachten:

- ❖ TRBA 400 „Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“ [7].
- ❖ TRBA 405 „Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene biologische Arbeitsstoffe“ [8].

- ❖ TRBA 500 „Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen“ [9].

Darüber hinaus ist die im Arbeitskreis „Archive“ des ABAS erarbeitete Technische Regel:

- ❖ TRBA 240 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut“ [10]

anzuwenden, die speziell die Problematik von Schimmelpilzen in Archiven behandelt.

In der Liste der Berufskrankheiten (BK), der so genannten Berufskrankheitenverordnung (BKV) [11], sind zwei Erkrankungen aufgeführt, die beim Umgang mit Schimmelpilzen oder schimmelpilzhaltigem Staub auftreten können:

- ❖ BK 4201 „Exogen-allergische Alveolitis“. Hierzu gehören die so genannte Farmerlunge, die Vogelhalterlunge und die Befeuchterlunge. Diese Krankheiten können nur durch sehr hohe Konzentrationen schimmelpilzhaltigen Staubes verursacht werden und spielen wohl nur in wenigen Einzelfällen in Bibliotheken oder Archiven eine Rolle.
- ❖ BK 4301 „Durch allergisierende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankung (einschließlich Rhinopathie), die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“. Diese Krankheit kann durchaus in Bibliotheken und Archiven bei einem längerfristigen Umgang mit schimmelpilzbelastetem Material auftreten.

Beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen kommen nach § 15 BioStoffV arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen in Betracht, wenn die Organismen in die Risikogruppe 2 und höher eingestuft sind. Falls bei der Gefährdungsbeurteilung die Schutzstufe 2 ermittelt wird, muss den Beschäftigten zumindest eine Untersuchung angeboten werden. Den Beschäftigten steht die Wahrnehmung der Untersuchung jedoch frei und ist somit nicht Voraussetzung für eine weitere Tätigkeit an dem Arbeitsplatz. Eine TRBA 300 „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ ist bereits erarbeitet worden, sie ist jedoch noch nicht verabschiedet. Zusätzlich gilt die Unfallverhütungsvorschrift GUV-V A4 „Arbeitsmedizinische Vorsorge“, wonach Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung von den Beschäftigten nur nach erfolgter Vorsorgeuntersuchung durchgeführt werden dürfen. In Bibliotheken oder Archiven ist der Tatbestand Infektionsgefährdung jedoch nicht erfüllt.

Für notwendige Desinfektionsmaßnahmen von Händen, Flächen oder Papier kann – zumindest in Teilen – die Regel GUV-R 206 „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst“ herangezogen werden.



Foto 2: Die Bibliothek der Fachhochschule Fulda.



Schimmelpilze

Schimmelpilze sind Mikroorganismen, die überall in unserer Umgebung vorkommen. Sie sind immer dort zu finden, wo organisches Material verrottet. Man findet sie beispielsweise im Erdboden, auf abgestorbenen Pflanzen und auf Lebensmitteln. Zusammen mit anderen Pilzen und Bakterien tragen sie zum Abbau organischer Materie bei, ein Prozess der Biodegradation genannt wird. Damit leisten sie einen wichtigen Beitrag im Stoffkreislauf der Natur, ohne den kein neues Leben entstehen könnte. Der Prozess der Biodegradation ist jedoch nicht immer erwünscht. Vor allem das Wachstum auf Lebens- und Futtermitteln, in feuchten Wohn- und Arbeitsräumen oder auf Kulturgütern aus organischen Materialien, wie Papier, Textilien oder Leder, führt zu erheblichen wirtschaftlichen und teilweise gesundheitlichen Schäden.



Foto 3: Eine stark durch Schimmelpilze befallene Handschrift.

Das Wissen um die Wachstumsbedingungen von Schimmelpilzen bildet gleichzeitig einen Ansatzpunkt zu deren Bekämpfung oder gar zur Vorbeugung eines Befalls. Im Folgenden soll daher kurz die Lebensweise von Schimmelpilzen beschrieben werden. Ebenso soll die Schadwirkung an Papier, ohne das heutige Bibliotheken und Archive noch nicht auskommen und die Gesundheitsgefährdung für den Menschen durch Schimmelpilze dargestellt werden.

2.1 Lebensräume und Lebensweise von Schimmelpilzen

Die Bezeichnung „Schimmelpilze“ bezieht sich auf das Aussehen einer Mikroorganismengruppe und ist kein systematischer Begriff. Abbildung 1 zeigt die Stellung der Mikroorganismen und speziell der Pilze im biologischen System.

Schimmelpilze bilden mit ihren oberflächlich wachsenden Myzelien und Sporenträgern weiße oder auch stark gefärbte, pelzige Überzüge auf ihrem Substrat, den so genannten „Schimmel“. Um zu Überleben benötigen Pilze Sauerstoff, das heißt sie leben aerob. In Einzelfällen können sie jedoch ohne Sauerstoff existieren.

Pilze zählen nicht zum Pflanzenreich, da sie kein Chlorophyll besitzen und somit keine Photosynthese betreiben können. Zur Deckung ihres Kohlenstoff- und Energiebedarfs sind sie daher auf bereits

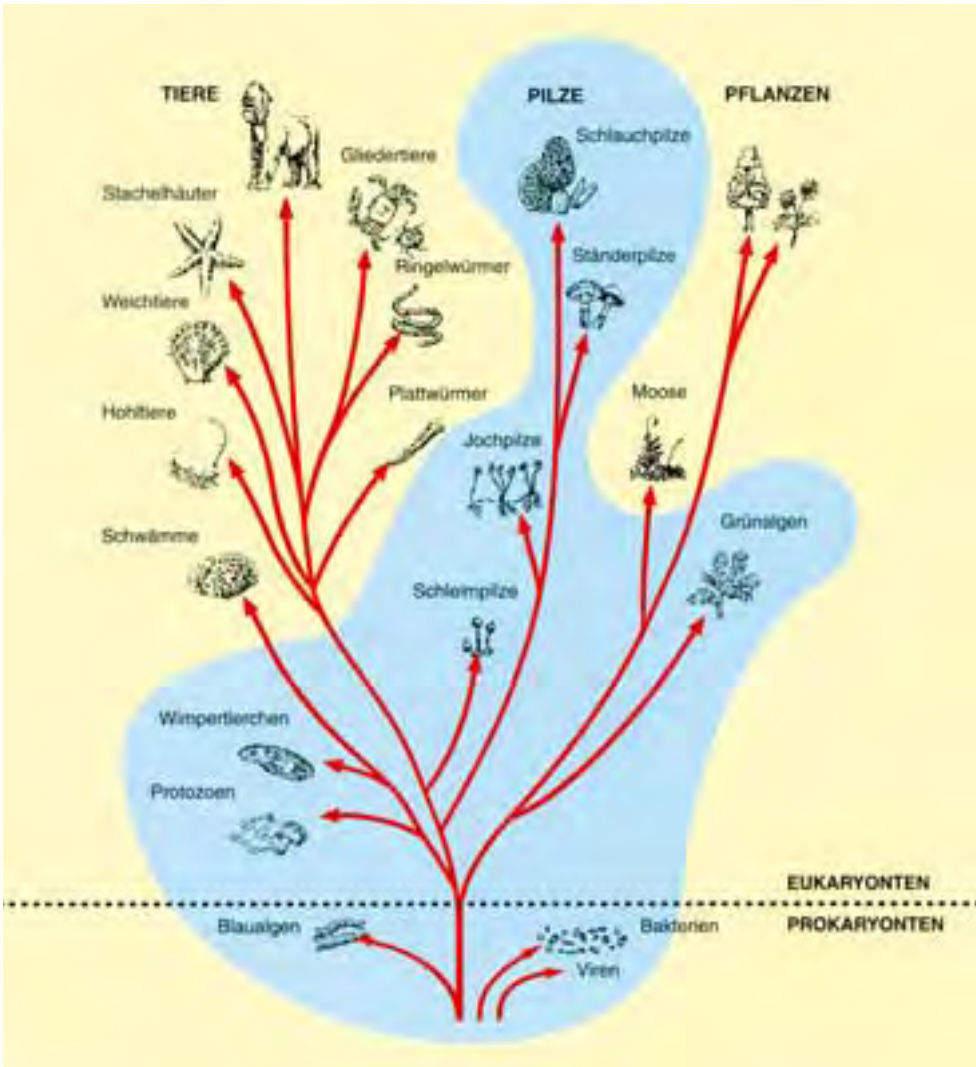


Abb. 1: Position der Mikroorganismen (blau unterlegt) und speziell der Pilze im biologischen System (aus [12]).

existierende organische Verbindungen angewiesen, man nennt diese Lebensweise heterotroph. Die meisten Pilze bauen organische Rückstände der Umwelt ab und gehören damit zu den Saprophyten oder Destruenten. Ein kleinerer Teil der Pilze lebt dagegen parasitär oder symbiontisch mit einem Wirtsorganismus zusammen und ist auf diesen angewiesen.

Grundelemente im Bauplan der Pilze sind die Hyphen oder die Sprosszellen (Hefezellen) [13]. Die Hyphen sind verzweigte, schlauchförmige Strukturen, die in ihrer Gesamtheit ein Geflecht, das so genannte Myzel bilden. Das Myzel kann das gesamte Substrat durchdringen und dient der Ernährung des Zellverbandes.

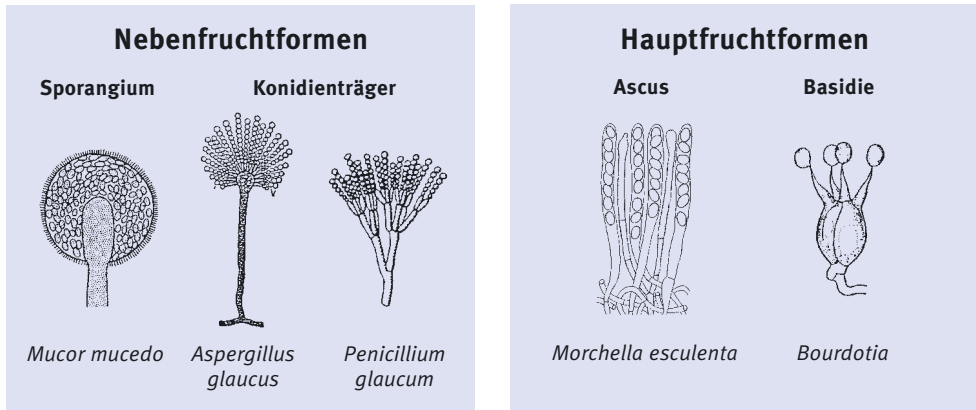


Abb. 2: Verschiedene Formen von Sporenträgern (in Anlehnung an [14]).

Pilze können sich vegetativ und sexuell jeweils über unterschiedliche Sporentypen vermehren. Die vegetativen Fruchtformen werden Nebenfruchtformen, die sexuellen werden Hauptfruchtformen genannt (siehe Abbildung 2). Eine systematische Einteilung erfolgt immer nach der Hauptfruchtform des Pilzes. Jedoch sind die Hauptfruchtformen von etlichen Pilzen noch nicht bekannt, diese werden dann nach ihren Nebenfruchtformen eingeteilt. Teilweise kann es zu Verwirrungen führen, dass die beiden Fruchtformen ein und desselben Pilzes unterschiedliche Namen tragen. Es handelt sich dabei um lateinische Doppelnamen, wobei der erste Namensteil die übergeordnete Pilzgattung bezeichnet, der zweite Teil die einzelne Pilzart (Pilzspezies). Wird nur ein Gattungsname angeführt, ist die Spezies nicht genauer bestimmt worden.

Die weltweit ca. 120.000 bekannten Pilzarten werden in mehrere Gruppen eingeteilt. Die wichtigsten Klassen sind:

- ❖ Ständerpilze – Basidiomycetes
- ❖ Schlauchpilze – Ascomycetes

- ❖ Jochpilze – Zygomycetes
- ❖ Imperfekte Pilze – Deuteromycetes (Fungi imperfecti).

Zu den Ständerpilzen gehören die meisten unserer Speisepilze, Schimmelpilze sind in dieser Gruppe jedoch nicht beschrieben. Basidiomycetes bilden nach außen spezielle Sporenstände, die Basidien. Die Schlauchpilze bilden ihre Sporen in speziellen Schläuchen, den Ascis. In diese Gruppe gehören unter anderem die Hefen. Die Jochpilze sind nur eine sehr kleine Gruppe, bekanntester Vertreter sind die Mucorales (Köpfchenschimmel, zum Beispiel Mucor). Diese drei Gruppen werden gemeinsam auch als Fungi perfecti bezeichnet. Im Gegensatz zu den perfekten Pilzen sind von den imperfekten Pilzen keine geschlechtlichen Stadien bekannt. Die meisten Schimmelpilze (beispielsweise Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Cladosporium) und die meisten humanpathogenen Pilze gehören der Gruppe der imperfekten Pilze an.

Wachstum und Vermehrung

Schimmelpilze leben meist auf verwesenen

den tierischen und pflanzlichen Substraten. Ihre Sporenträger geben sehr große Sporenmengen in die Luft ab und ermöglichen so die Besiedelung anderer Lebensräume. Teilweise können Schimmelpilzsporen über hunderte von Kilometern verfrachtet werden und sind daher regelmäßig auch in unseren Innenräumen anzutreffen. Ihre Ansprüche an die Nahrungsquelle sind niedrig, sie gedeihen auf jeglichem zersetzbarem Material, unter anderem Holz und Papier.

Nach dem Auskeimen der Sporen bildet sich das Myzel auf und teilweise auch in dem Substrat gleichmäßig aus. Da die Pilze, wenn auch nur in geringem Umfang, auf den Luftsauerstoff angewiesen sind, wachsen sie bevorzugt an der Oberfläche und in Hohlräumen des Substrats. Manchmal ist das Myzel als weiße, fädige Struktur, zum Beispiel im Waldboden, zu erkennen. In dieser vegetativen Entwicklungsphase findet ein gleichmäßiges Wachstum in der Primärstoffwechselphase statt. Wenn das Nahrungsangebot abnimmt, beginnt die Sekundärstoffwechselphase. Es wird ein Luftmyzel mit Vermehrungsorganen gebildet, die häufig lebhaft gefärbt sind. Nun ist das Substrat erkennbar „verschimmelt“. Das Aussehen wird als wollig, mehlig, samtartig oder pulverig bezeichnet. Einen Hinweis auf Schimmelpilzbefall gibt auch der typische Geruch, der als muffig-faulig, erdig oder pilzähnlich beschrieben wird [6].

Wachstumsbedingungen und Stoffwechselleistungen

Sporenkeimung, Myzelwachstum und Sporenbildung der Pilze hängen sehr stark vom Gehalt an frei verfügbarem Wasser ab. Das Maß hierfür ist die Was-

seraktivität (a_w-Wert) des Substrates. Dabei handelt es sich um die Wassermenge im Substrat, die mit der relativen Luftfeuchte in der Umgebung im Gleichgewicht steht (Gleichgewichtsfeuchte). Zwischen beiden Größen besteht folgender Zusammenhang:

$$\text{Relative Luftfeuchte [\%]} = a_w \times 100$$

Die meisten Schimmelpilze haben ihr a_w-Minimum bei 0,80–0,85. Im Vergleich zu Bakterien und Hefen stellen Schimmelpilze die geringsten Wasseransprüche. Die Sporen von *Aspergillus*- und *Penicillium*-Arten können zudem in trockenem Zustand noch jahrelang keimfähig bleiben. Die Sporenentwicklung und die Toxinproduktion erfordern in der Regel einen höheren Wassergehalt als Sporenkeimung und Myzelwachstum. Es kann daher vorkommen, dass die Schimmelpilze mehr oder weniger unsichtbar wachsen, ohne dabei Sporen zu bilden.

Die Schimmelpilze sind als heterotroph lebende Organismen auf die Aufnahme von organischen Verbindungen angewiesen. Sie wachsen besonders gut in Gegenwart von Zuckerverbindungen, da sie diese kleinen Moleküle direkt durch ihre Zellwand aufnehmen können. Fette und Eiweiße werden durch ausgeschiedene Enzyme in ihre Grundbausteine zerlegt und anschließend resorbiert.

Die meisten Schimmelpilze können in einem mittleren Temperaturbereich optimal wachsen. Diese Eigenschaft bezeichnet man als „mesophil“. Für das Myzelwachstum liegt die Minimaltemperatur meist bei 0°C, die Optimaltemperatur bei

25 bis 35°C und die Maximaltemperatur zwischen 30 und 40°C. Thermotolerante Schimmelpilze haben eine noch höhere Maximaltemperatur (bis 50°C) und thermophile Schimmelpilze wachsen erst bei Temperaturen über 20°C. Licht beeinflusst das Wachstum der Schimmelpilze hingegen nicht.

Im Allgemeinen bevorzugen die Schimmelpilze ein leicht saures Milieu (pH-Werte zwischen 4,5 und 6,5), wobei zum Beispiel *Aspergillus niger* auch noch bei pH 2 (stark sauer) wachsen kann. Die Maximalwerte liegen bei pH 8 (leicht alkalisch).

Der Primärstoffwechsel ist bei allen Pilzen ähnlich und die entstehenden Substanzen sind in der Regel ungefährlich. Im Sekundärstoffwechsel, der in der Vermehrungsphase abläuft, entfalten die Pilze ihre Besonderheiten. Die sekundären Stoffwechselprodukte weisen eine große chemische Vielfalt auf und sind spezifisch für Stamm, Gattung oder Art. Zu diesen Stoffen gehören z.B. Antibiotika, Alkaloide und Mykotoxine.

Schäden durch Schimmelpilze an Papier

Die Schäden, die durch Schimmelpilze an Papier hervorgerufen werden, reichen von schwachem Bewuchs bis zur völligen Zerstörung des Papiers. Durch den vom Pilzbefall herrührenden Substratabbau kommt es zu einer Schädigung der Papierfasern und zu einem Rückgang der Zugfestigkeit. Unter günstigen Wachstumsbedingungen kann der Abbau jährlich 20% betragen [15].

Die Pilze können sich zum einen vom Papier selbst ernähren, dessen Grund-

substanz, die Cellulose, aus langen Ketten von Zuckermolekülen besteht. Zum anderen können sie aber auch von Verschmutzungen (wie Fingerabdrücke) auf dem Papier leben. Im zweiten Fall dringen die Pilze nicht in das Papier ein, sondern geben nur ihre Stoffwechselprodukte oder Farbstoffe an das Papier ab. Diese Farbstoffe und die gefärbten Pilzsporen können zu den unterschiedlichsten Farbveränderungen, von schwarz über rot oder braun bis grün und gelb, an dem befallenen Papier führen (siehe Foto 3 und 4).



Foto 4: Erste Begutachtung einer kontaminierten Handschrift.

Eine weitere Nährstoffquelle ist der Leim, ein Bestandteil aller beschreib- und bedruckbaren Papiere. Er wurde früher aus tierischen Knochen oder Häuten hergestellt und besteht zum größten Teil aus Eiweißen. Die Leimung erfolgt bereits bei der Herstellung des Papiers und verändert dessen Eigenschaften. Es wird stabiler und verliert an Saugfähigkeit, so dass die Tinte bzw. die Druckerfarbe nicht verläuft oder das Papier durchdringt.

In Tabelle 1 sind Pilzgattungen und -arten aufgeführt, die in mäßiger bis sehr hoher Konzentration in Bibliotheken und Archiven gefunden wurden. Insgesamt wurden

Gattung/Spezies

Alternaria
 - A. tenuis
Aspergillus
 - A. amstelodami
 - A. candidus
 - A. flavus
 - A. fumigatus
 - A. glaucus
 - A. niger
 - A. repens
 - A. ruber
 - A. versicolor
Aureobasidium pullulans

Botrytis
 - B. cinerea
Chaetomium
Cladosporium
 - C. herbarum
Curvularia
Microsporium
Mucor
Mycelia sterilia
Paecilomyces
Penicillium
 - P. brevicompactum
 - P. chrysogenum

Rhizopus
Scopulariopsis
Sporothrix schenckii
Stemphylium
Trichoderma
Trichophyton
Ulocladium
Wallemia
 - W. sebi
Hefen
 - Candida

Papier hat die Fähigkeit größere Mengen Wasser aufzunehmen. Die Cellulosefasern, aus denen Papier hauptsächlich besteht, sind durch so genannte Wasserstoffbrückenbindungen miteinander vernetzt. In diese Struktur kann sich Wasser sehr leicht einlagern. Der Wassergehalt von trockenem Papier liegt immer noch bei 6–10%. Unterhalb dieses Wertes wird es sehr brüchig. Die Feuchte im Papier – sie kann als Oberflächenfeuchte bestimmt werden – schwankt mit der Luftfeuchtigkeit im umgebenden Raum.

Die wichtigste Voraussetzung für das Wachstum von Schimmelpilzen ist das Vorhandensein von Feuchtigkeit. Eine zu hohe Luftfeuchtigkeit ist in Bibliotheken und Archiven meist auf bauliche Mängel, wie undichte Dächer oder mangelhaft gedämmtes Mauerwerk, zurückzuführen. Teilweise sind aber auch Schadensfälle wie Wasserrohrbrüche, Löschwasserschäden nach Bränden oder auch Hochwasserschäden der Grund. Zu den bekanntesten Katastrophen der jüngeren Vergangenheit zählen das Elbe-Hochwasser in Dresden und der Brand der Anna-Amalia-Bibliothek in Weimar.

In Tabelle 2 sind einige „Archivbesiedler“ mit ihren Wachstumsbedingungen aufgeführt. Aus der Tabelle geht hervor, dass die für Archive relevanten Pilze nur in einer feuchten Umgebung gedeihen, während der Temperaturbereich, der ihnen ein Überleben ermöglicht, sehr groß ist. Durch optimale klimatische Bedingungen kann das Wachstum weitestgehend unterdrückt werden.

Tabelle 1: Bei Messungen in Bibliotheken und Archiven bisher gefundene Pilzgattungen und -arten [16, 17 und ⁴⁾].

bisher etwa 200 verschiedene Arten isoliert. Dominierend sind Spezies der Gattungen Aspergillus, Cladosporium und Penicillium, die normalerweise auch in der Außenluft vorkommen.

⁴⁾ Die Messungen wurden von Überwachungsbehörden und Instituten in Archiven und Bibliotheken in Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Rheinland-Pfalz durchgeführt.

Gattung/Spezies	Temperatur in °C			pH	a _w
	minimal	maximal	optimal		
Alternaria tenuis	2–5	35	20–30	2,7–8	0,85–0,99
Aspergillus					
- A. amstelodami	15	42	23–40		0,75
- A. flavus	3–4	42–50	35–37		0,8–0,96
- A. fumigatus	10–12	52–55	37–43	3,8	0,85–0,99
- A. niger	6–8	45–47		1,5–9,8	0,88–0,98
- A. repens	4–5	38–40	25–27	1,8–8,5	0,65–0,92
- A. ruber	5	42	22–38		0,71–0,99
- A. versicolor	3–5	37–40	25–30	3–8	0,75–0,95
Aureobasidium pullulans	5	35	25		
Botrytis cinerea	2–12	33–35	22–25	2–8	0,93
Cladosporium herbarum	-7–5	30–32	24–25	3,1–7,7	0,85–0,98
Penicillium					
- P. brevicompactum	-3	32	20	2–6	0,83–1,0
- P. chrysogenum	-3	34	18–30		0,82–1,0
Wallemia sebi	5	40	24–38		0,75–0,97

Tabelle 2: Schimmelpilzgattungen und -spezies in der Luft, auf Akten und Arbeitsflächen von Archiven mit einer Übersicht über deren Wachstumsbedingungen (verändert nach [16, 17]).



Foto 5:
Massiver Schimmelpilzbefall
an Archivgut.

Über die Geschwindigkeit der Wachstums- und Vermehrungsprozesse entscheiden hauptsächlich die klimatischen Bedingungen. Nährsubstrate in Form von Akten, Büchern oder Ähnlichem stehen im Überfluss zur Verfügung. Insbesondere durch Kältebrücken im Mauerwerk oder an Fenstern kann es zur Taupunktunterschreitung kommen. Dann schlägt sich Kondenswasser an den Wänden, Regalen und am Archiv-, Depot- und Magazingut (ADM-Gut) nieder. Foto 5 zeigt, dass es bei solch „optimalen“ Bedingungen zu einer explosionsartigen Vermehrung von Schimmelpilzen kommen kann, die dann ganze Rasen und Beläge bilden. Mangelnde Luftwechselraten und das Verstauben der Räume unterstützen die Kolonisierung der Magazine.

2.2 Gesundheitsgefährdung durch Schimmelpilze

Pilzsporen kommen als Bioaerosol ubiquitär in der Außenluft vor und stellen für gesunde Menschen normalerweise keine Gesundheitsgefahr dar. Die menschlichen Atemwege besitzen wirkungsvolle Selbstreinigungsmechanismen. Bei Überlastung durch einen zu hohen Sporengehalt in der Atemluft oder bei einer Vorschädigung, zum Beispiel durch Rauchen, kann dieses System jedoch beeinträchtigt werden oder ganz versagen. Die Größe von Schimmelpilzsporen liegt zwischen 2 µm und 100 µm, meistens jedoch unter 10 µm: Sie können daher tief in die Atemwege eindringen. Sporengrößen < 5 µm gelten als lungengängig, unter < 2–3 µm als alveolengängig⁵⁾.

Eine weitere Möglichkeit mit Schimmelpilzen in Berührung zu kommen ist der direkte Haut- oder Schleimhautkontakt. Auch hier gilt, dass gesundes Gewebe im Allgemeinen nicht durch Schimmelpilze geschädigt wird.

Die durch Pilze beim Menschen hervorgerufenen Erkrankungen lassen sich in drei nachfolgend näher beschriebene Gruppen unterteilen [18]:

- ❖ Infektiöse Erkrankungen – Mykosen
- ❖ Überempfindlichkeiten gegen Pilzinhaltsstoffe – Mykoallergosen
- ❖ Vergiftungen durch Stoffwechselprodukte – Mykotoxikosen und Myzetismen.

Wissenschaftlich abgesicherte Aussagen über eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Pilzexposition und gesundheitlichen Beschwerden liegen bisher noch nicht vor. Daher kann aus einer gemessenen Schimmelpilzkonzentration nicht unmittelbar auf gesundheitliche Wirkungen geschlossen werden. Bislang ist auch ungeklärt, wie sich niedrige Konzentrationen von Schimmelpilzen auf die Gesundheit auswirken können. Allerdings spielt die Konzentration bei allergischen Erkrankungen nach dem bisherigen Wissen keine Rolle. In epidemiologischen Studien wird teilweise eine schleimhautreizende Symptomatik beschrieben [19]. Auslöser soll unter anderem das Toxin 1,3-β-D-Glucan, ein Zellwandbestandteil der Pilze, sein.

⁵⁾ Alveolen sind Lungenbläschen.

Mykosen

Unter Mykosen versteht man Prozesse, bei denen Pilze das Gewebe eines Wirtes befallen, sich in diesem ausbreiten, vermehren und Schädigungen verursachen. Möglichkeit und Ausmaß einer Wechselwirkung zwischen Pilz und Mensch hängen von den Eigenschaften (Virulenz) des Pilzes und der Anfälligkeit (Prädisposition) des Menschen ab. Man unterscheidet primäre Mykosen und sekundäre Mykosen. Bei primären Mykosen befällt ein Pilz gesundes Gewebe, beispielsweise bei lokalen Mykosen vor allem Haut, Haare, Nägel oder Schleimhäute. Handelt es sich um systemischen Mykosen sind innere Organe betroffen. So kann es zum Befall von Herz, Lunge, Leber, Niere, Magen-Darm-Trakt oder zentralem Nervensystem kommen. Bei sekundären Mykosen befällt ein opportunistischer Pilz vorgeschädigtes Gewebe. Opportunistische Pilze sind an sich harmlos und können sogar Teil der normalen Hautflora sein. Sie können einen Wirtsorganismus nur besiedeln, wenn besonders geeignete Wachstumsbedingungen vorliegen (zum Beispiel Vorschädigungen oder Schwächungen der Immunabwehr).

Für einen gesunden Menschen stellt eine Schimmelpilzexposition keine lebensbedrohende Gefährdung dar [20]. Erst dann, wenn eine deutliche Beeinträchtigung der Immunsystem-Funktion vorliegt, können an sich harmlose Schimmelpilze (Risiko-Gruppe 1 oder 2) schwere systemische Infektionen hervorrufen.

Gefährdet durch diese opportunistischen Schimmelpilze sind folgende prädisponierte Personengruppen:

- ❖ Personen mit Leukämie oder anderen Erkrankungen des blutbildenden Systems
- ❖ Personen mit Krebserkrankungen
- ❖ HIV-infizierte Personen
- ❖ Patienten nach Organtransplantationen (Verabreichung von Immunsuppressiva)
- ❖ Patienten unter Therapie mit Zytostatika oder hochdosierten Corticoiden
- ❖ Patienten mit schwerem Alkoholismus oder Tuberkulose.

Im Allgemeinen sind diese Erkrankungen so schwer, dass die davon betroffenen Menschen nicht im Berufsleben stehen. Es gibt jedoch Zustände verminderter Immunabwehr auch bei Beschäftigten, zum Beispiel bei chronisch Kranken (Diabetes mellitus) oder Schwangeren. Hier muss unbedingt ein Arbeitsmediziner entscheiden, ob die Person für die Tätigkeit geeignet ist.

Folgende weitere Faktoren, die eine Pilzinfektion begünstigen, können im beruflichen Alltag auftreten:

- ❖ Feuchtigkeits- und Wärmestau, beispielsweise durch Gummi- und Kunststoffschuhwerk oder durch Handschuhe
- ❖ Schädigung der Haut durch Kontakt mit Chemikalien, wie zum Beispiel Lösungsmitteln, Reinigungsmitteln, Bleichmitteln
- ❖ Infektionen durch Viren oder Bakterien.

Nur sehr wenige Schimmelpilze sind überhaupt in der Lage, bei Körpertemperatur zu wachsen. Dazu gehören Vertreter der Gattung *Aspergillus* und der Ordnung *Mucorales*. Vor allem Pilze der Gattung *Aspergillus* können eine so genannte Aspergillose, das heißt eine massive Infek-

tion – vorrangig der Atemwege – verursachen. Dieser Fall ist jedoch nur bei einer erheblichen Schwächung der Immunabwehr und einer massiven Exposition gegenüber Pilzsporen zu erwarten. Mykosen der Haut, vor allem nach Verletzungen, können hingegen häufiger auch bei gesunden Personen auftreten.

Es ist in Deutschland ein Fall einer Archivmitarbeiterin bekannt, die an einer Aspergillose der Lunge durch *Aspergillus fumigatus* erkrankt ist. In ihrem Fall herrschten durch hohe Temperaturen im Arbeitsraum und durch den Umgang mit stark kontaminierten Akten begünstigende Bedingungen für eine Infektion. Die Mitarbeiterin hatte zusätzlich durch eine vorangegangene Operation ein geschwächtes Immunsystem. Alle Faktoren zusammen trugen zum Ausbruch der Krankheit bei.

Mykoallergosen

Unter der Bezeichnung Mykoallergosen sind alle allergischen Erkrankungen zusammengefasst, die durch Antigene von Pilzen hervorgerufen werden. Als Antigene bezeichnet man alle Strukturen – meistens Eiweiße, auf der Oberfläche von Zellen oder Zellbestandteilen – die im Körper die Bildung von Antikörpern hervorrufen können. Der menschliche Organismus ist in der Lage als Immunreaktion zu jedem Antigen genau passende Antikörper zu bilden, sobald er das eingedrungene Objekt als fremd erkannt hat. Die Antikörper können dann gezielt das nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip zu ihnen passende Antigen angreifen und den „Eindringling“ eliminieren.

Mykoallergosen betreffen vor allem die Atemwege und die Haut (Kontaktderma-

tis). Allergien sind körpereigene Überreaktionen bei der Abwehr von körperfremden Stoffen. Voraussetzung für ihr Entstehen ist die Sensibilisierung gegen den Fremdstoff durch Bildung spezifischer Antikörper. Jeder weitere Kontakt mit dem Allergen kann zu einer entzündlichen oder gewebeschädigenden Reaktion führen. Man kann davon ausgehen, dass längerfristiger, intensiver Kontakt mit luftgetragenen Pilzsporen vor allem bei einer bestehenden Veranlagung (Atopie) zu einer Sensibilisierung bis hin zu schwersten allergischen Reaktionen führen kann. Im Anhang der Richtlinie 2000/54/EG zum Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe [21] werden nur wenige Pilze mit möglicher allergener Wirkung explizit aufgeführt. Unter anderem finden sich dort aber *Aspergillus fumigatus* und *Microsporum*-Arten, die auch bei Messungen in Bibliotheken und Archiven gefunden wurden.

Als wichtigste allergische Krankheitsbilder im Zusammenhang mit einer Schimmelpilzallergie sind die allergische Rhinitis (Entzündung der Nasenschleimhaut mit Niesen, verstopfter Nase etc.) und die Konjunktivitis (Augenbindehautentzündung) sowie das allergische Asthma bronchiale zu nennen. Die exogen-allergische Alveolitis (EAA) ist eine Form von Lungenentzündung, die durch wiederholte Inhalation größerer Mengen organischer Stäube verursacht werden kann. Sie wird im Allgemeinen erst bei einer Sporenkonzentration von 10^6 bis 10^{10} Sporen/m³ ausgelöst. Die Krankheit kann bei weiterer Exposition in ein chronisches Stadium übergehen, wobei es zu einer irreversiblen Schädigung der Lunge (Fibrose)

kommt. Einige Formen der EAA, an denen Schimmelpilze beteiligt sind, haben spezielle Namen erhalten. Farmerlunge, Befeuchterlunge, Pilzarbeiterlunge, Käsewäscherkrankheit und Holzarbeiterlunge seien hier stellvertretend genannt.

Allergische Reaktionen werden häufiger von Sporen als von Myzelbruchstücken hervorgerufen. Bei Personen mit einer Schimmelpilzallergie ist die Auslösung von Asthma-Anfällen beim Einatmen von 102–106 Sporen, vereinzelt sogar ab 50 Sporen, nachgewiesen [22], ein Konzentrationsbereich, der auch in Bibliotheken und Archiven vorliegen kann. Die Schimmelpilzallergien als Berufskrankheiten BK4301 und BK4201 wurden bereits oben erwähnt.

Eine Allergie ist nicht heilbar. Durch eine Hyposensibilisierung kann versucht werden, den menschlichen Körper gegenüber dem Allergen unempfindlicher zu machen. Vor allem muss jedoch der Kontakt mit dem Allergen möglichst vermieden werden. Bei den ubiquitär vorkommenden Schimmelpilzsporen ist dies aber schwer möglich. Hier kann nur versucht werden, den Kontakt auf ein Minimum zu reduzieren.

Eine Untersuchung an Archivmitarbeitern [17] hat gezeigt, dass diese gegenüber der Allgemeinbevölkerung ein höheres Risiko der Schimmelpilzsensibilisierung tragen. Unter den Archivmitarbeitern ergab sich bei 32% ein Verdacht auf Sensibilisierung gegenüber 10–15% in der Gesamtbevölkerung.

Mykotoxikosen

Auch wenn Mykotoxikosen für die Beschäftigten keine große Rolle spielen, sollen sie hier kurz der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Viele Pilze bilden Substanzen, die auf den Menschen eine starke Giftwirkung haben. Eine Vergiftung setzt die Aufnahme dieser Stoffe in den Körper voraus. Lebensbedrohende Vergiftungen treten daher hauptsächlich beim Verzehr giftiger Pilze oder verschimmelter Lebensmittel auf. Die klassische Pilzvergiftung durch die Verwechslung von Gift- mit Speisepilzen ist ein Spezialfall unter den Pilzvergiftungen und wird als Myzetismus bezeichnet. In diesem Fall werden die Giftstoffe in den Fruchtkörpern der Pilze gebildet. Schimmelpilze scheiden hingegen ihre Giftstoffe, darunter hochgiftige oder karzinogene Mykotoxine, beim Bewuchs von Nahrungsmitteln aus und machen diese ungenießbar.

Mykotoxine finden sich auch in kontaminiertem Papier. Da die Aufnahme über den Verdauungstrakt hier unwahrscheinlich ist, aber trotzdem für karzinogene Stoffe das Minimierungsgebot der Gefahrstoffverordnung gilt – das heißt eine möglichst geringe Exposition anzustreben ist – sollte die Konzentration luftgetragener Mykotoxine weitestgehend reduziert werden, auch wenn ein Gesundheitsschaden wenig wahrscheinlich ist.



Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz

Buch- und Papierrestauratoren sind in besonderem Maße einer Gefährdung durch Schimmelpilze ausgesetzt, da sie während ihrer Arbeit im Dienste der Bestandserhaltung in intensiven Kontakt mit mikrobiell kontaminiertem Material treten. Wie bereits erwähnt, soll daher gezielt nur auf die Gefährdung von Buch- und Papierrestauratoren durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit eingegangen werden.

Eine gründliche Konservierung und Restaurierung von befallenem Archiv-, Depot- und Magazingut (ADM-Gut) dient letztlich einem großen Personenkreis. Alle Mitarbeiter in Bibliotheken und Archiven sowie alle Nutzer dieser Einrichtungen profitieren von einem gut erhaltenen Bestand, der einerseits lange nutzbar bleiben wird und andererseits zu keinem erhöhten Gesundheitsrisiko führt. Um diesen Zustand zu erhalten, müssen neben der Durchführung restauratorischer Maßnahmen zusätzlich geeignete Lagerbedingungen in den Magazinen und Archiven hergestellt werden. Die Begriffe Archive, Magazine, Archivgut und Kontamination sind in der TRBA 240 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut“ [10] definiert:

❖ *Archive*: Archive sind Einrichtungen oder Teile von Einrichtungen, die sich vorrangig mit der Erfassung, Übernahme, Verwahrung, Erhaltung und Nutzbarmachung von Schriftgut befassen,

das auf Dauer zu sichern ist. Hierzu zählen auch Zwischenarchive und (Alt-) Registraturen, die Schriftgut nur befristet verwahren.

- ❖ *Magazine*: Magazine bezeichnen den Teil eines Archiv- oder Verwaltungsgebäudes, in dem Archivgut lagert.
- ❖ *Archivgut*: Als Archivgut gelten insbesondere Urkunden, Akten, Amts- und Geschäftsbücher, Druckschriften, Karten und Pläne, Zeichnungen und Plakate, Bild- und Tondokumente, elektronische Datenträger, Nachlässe und Sammlungen.
- ❖ *Kontamination*: Als Kontamination ist die über die gesundheitlich unbedenkliche Grundbelastung hinausgehende Belastung mit biologischen Arbeitsstoffen anzusehen.

In fünf Restaurierungswerkstätten, die Bibliotheken bzw. Bibliotheken und Archiven angeschlossen sind, wurden sowohl alle Arbeitsabläufe, die zu einer Schimmelpilzbelastung der Beschäftigten führen können, beobachtet als auch die Mitarbeiter zu den einzelnen Tätigkeiten in einer Untersuchung der Unfallkasse Hessen befragt.

3.1 Archivgut

Die Restauratoren beziehen die zu bearbeitenden Objekte aus verschiedenen Quellen. Je nach Ursprung der Objekte treten verschiedenartige Schäden auf, die behoben werden müssen. Teilweise wer-

den nur die Einbände, Buchblöcke oder sonstigen äußeren Hüllen der Objekte oberflächlich gereinigt, bei anderen werden Flecken vom Papier entfernt. Risse und ganze Fehlstellen im Papier werden ausgebessert. Akten und Bücher können neu geheftet und mit einem neuen Einband versehen werden. Eine wichtige Aufgabe besteht immer in der Bearbeitung von Schäden durch Mikroorganismen und in der Konservierung. Das schadhafte ADM-Gut stammt aus folgenden unterschiedlichen Quellen:

- ❖ Neuaufnahmen in den Bestand: Archive und Bibliotheken mit Archivaufgaben, müssen als „Häuser der Geschichte“ Dokumente öffentlicher Stellen übernehmen. Der Umfang ist in den Landesarchivgesetzen, zum Beispiel dem Hessischen Archivgesetz [23] geregelt. In Bibliotheken kommen noch Schenkungen und Nachlässe hinzu, die jedoch nicht unbedingt aufgenommen werden müssen. Die Lagerbedingungen vor der Übernahme dieser Objekte können sehr unterschiedlich und teilweise auch unbekannt sein. Hier sind Schäden durch Schimmelpilze niemals auszuschließen.
- ❖ Bücher aus Bibliotheken werden während der Ausleihzeit im Besitz des Nutzers geschädigt, beispielsweise durch Regen, verschüttete Lebensmittel, Risse und laienhafte Reparaturen (zum Beispiel mit Klebstoff).
- ❖ Der Schaden, den der Restaurator beheben soll, entsteht während der Lagerung in einem Magazin oder Zwischenlager. Vor allem Wasserrohrbrüche führen immer wieder zu schweren Schäden durch Nässe und unsachgemäße Trocknung. Gleiches gilt natürlich für

Hochwasserschäden (wie das Elbe-Hochwasser im Jahr 2002). Aber auch falsche Lagerung in der Vergangenheit kann bei Objekten, die teilweise aus dem Mittelalter oder der frühen Neuzeit stammen, nicht ausgeschlossen werden. In einigen Häusern kommen noch ungünstige Lagerbedingungen hinzu, weil die Gebäude dringend einer Sanierung bedürfen. Teilweise ist die Gebäudesubstanz so schlecht, dass durch undichte Dächer der Regen eindringt (siehe Foto 6) oder Nässe durch das Mauerwerk bzw. durch undichte Fenster in die Räume gelangt. Wie oben beschrieben herrschen dann ideale Wachstumsbedingungen für Schimmelpilze, da die Feuchtigkeit entsprechend hoch ist.

- ❖ Im 2. Weltkrieg wurde ein großer Teil der Bestände durch Bombenangriffe und anschließendes Löschen der Brände mit Wasser geschädigt. In fast allen Bibliotheken und Archiven finden sich erhaltenswürdige Dokumente, die in der damaligen Zeit einen Wasserschaden davongetragen haben und anschließend nur unzureichend getrocknet wurden.



Foto 6: Wasserschäden durch ein undichtes Dach mit anschließendem Schimmelpilzwachstum auf den gelagerten Büchern.

3.2 Arbeitsabläufe

Vorbereitende Maßnahmen

Die Objekte werden vom Restaurator zunächst begutachtet. Er entscheidet in Zusammenarbeit mit den Leitern der jeweiligen Einrichtungen über die Maßnahmen der Konservierung oder Restaurierung. Obwohl Konservierung bedeutet, dass das ADM-Gut in der bestehenden Form erhalten bleibt und beim Restaurieren das Objekt über die Konservierung hinaus in seinen wahrscheinlich ursprünglichen Zustand zurückversetzt wird, ist diese Unterscheidung für die weiteren Ausführungen unerheblich. Es wird daher im Folgenden nur noch der Begriff Restaurierung benutzt. Die geplanten Arbeitsschritte werden dokumentiert, um den Arbeitsumfang festzuschreiben. Bei der Inaugenscheinnahme wird auch ein Urteil über das Ausmaß einer möglichen mikrobiellen Kontamination abgegeben. Eine Kontamination liegt nur vor, wenn die Belastung über eine gesundheitlich unbedenkliche Grundbelastung hinaus geht. Die Restaurierung selbst umfasst verschiedene Arbeitsschritte, die sich unter anderem nach der Schwere des Schimmelpilzbefalls richten. Reihenfolge und Umfang der Tätigkeiten werden vom Restaurator bestimmt.

Ausbreitung des Pilzbefalls verhindern

Die Restaurierung alleine reicht unter Umständen nicht aus. Um einen neuerlichen Schimmelpilzbefall zu verhindern, müssen auch die Ursachen, die zum Wachstum der Pilze führen, beseitigt werden. Insgesamt ist darauf zu achten, dass geeignete Lagerungsbedingungen in den Magazinen herrschen.

Ein Sonderfall ist die Behandlung nasser oder feuchter Objekte nach einem Wasserschaden. Hier muss umgehend gehandelt werden, um größere Schäden zu vermeiden. Darüber hinaus ist die Zwischenlagerung ebenfalls zu betrachten, wenn es sich um mikrobiell kontaminiertes Material handelt.

Unterscheidung zwischen leichtem und schwerem Schimmelpilzbefall

Ein leichter Befall mit Schimmelpilzen wird anders behandelt als ein schwerer Befall. Ein leichter Befall liegt beispielsweise vor, wenn sich nur vereinzelt Stockflecken auf dem Papier oder dem Einband gebildet haben. Bei den Stockflecken handelt es sich vermutlich um Farbstoffe, die von Schimmelpilzen an das Papier abgegeben werden oder aber um dunkel gefärbte Sporen. Ein schwerer Befall zeichnet sich dadurch aus, dass ein pelziger oder pulveriger Belag auf dem Papier liegt, das Papier stark verfärbt ist, sich Fäden beim Aufschlagen zwischen den Seiten spannen oder das Papier bereits zerfällt.

Reinigung trockener Objekte

Begonnen wird stets mit einer Trockenreinigung der Objekte. Dies kann grob mit Hilfe eines Staubsaugers oder mittels feiner Bürsten oder Pinsel erfolgen. Dadurch wird lose anhaftender Staub entfernt, der Myzelbruchstücke und Schimmelpilzsporen enthalten kann. Fest haftende Verunreinigungen können mit Hilfe eines speziellen Radiergummis oder Radierschwamms beseitigt werden. Die Trockenreinigung einzelner Objekte erfolgt, wie in Foto 7 gezeigt, unter einer mikrobiologischen Sicherheitswerkbank oder unter einem Abzug.



Foto 7: Trockenreinigung unter einer Sicherheitswerkbank.

Ein Staubsauger wird nur verwendet, um die Außenseiten von Akten und Büchern zu säubern. Für die Arbeit an einzelnen Buchseiten, Blättern oder Papierbögen werden die anderen Trockenreinigungsmethoden eingesetzt. Die Trockenreinigung ist eine Form der Dekontamination. Hierdurch soll die Menge an biologischen Arbeitsstoffen auf ein gesundheitlich unbedenkliches Maß reduziert werden.

Desinfektion und Sterilisation

Zur Behandlung von ADM-Gut existieren keine Standardverfahren der Sterilisation oder Desinfektion. Es handelt sich nur um einen kleinen Forschungszweig, der von der chemischen Industrie nicht sehr intensiv bearbeitet wird, da keine finanziellen Gewinne auf diesem Sektor zu erwarten sind. Initiativen aus dem Archivwesen

sind auf diesem Gebiet auch noch nicht sehr weit gediehen. Die nachfolgend genannten Verfahren sind daher nur als Beschreibungen aufzufassen und haben nicht unbedingt empfehlenden Charakter. Bevor Empfehlungen ausgesprochen werden können, müssen noch eine ganze Reihe weiterer Untersuchungen zur Gesundheitsgefährdung der Beschäftigten und zu deren Wirksamkeit erfolgen. Eine Sterilisation wird nur selten durchgeführt, da hierfür spezielle Verfahren zum Einsatz kommen, die sehr teuer sind und meist nicht in den Einrichtungen selbst durchgeführt werden können. Eine Desinfektion erfolgt jedoch häufiger. Mit dem Begriff Sterilisation wird die Abtötung aller lebenden Mikroorganismen und deren Ruhestadien bezeichnet. Der Begriff Desinfektion stammt aus der Hygiene und

bezeichnet das Abtöten aller pathogenen Mikroorganismen. Die Desinfektion bleibt in ihrer Wirkung hinter der Sterilisation zurück, weil die Ruhestadien der Keime nicht unbedingt zerstört werden. Diese können unter günstigen Umständen erneut auskeimen.

Bei der Desinfektion kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz. Einbände und Schnittflächen von Büchern werden mit 70- oder 80-prozentigem Ethanol abgerieben. Grafiken werden teilweise mit einer solchen Lösung eingesprüht. Das Versprühen von Ethanol kann jedoch wegen der Brand- und Explosionsgefahr nur in einem geringen Umfang erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Behandlung mit dem Desinfektionsmittel Preventol CMK (10% in alkoholischer Lösung). Mit dieser Lösung werden Löschkartons getränkt und anschließend wieder getrocknet. Die Kartons werden in 1 cm Abstand zwischen die Papierseiten gelegt, und das ganze Objekt wird dann in einem Kunststoffbeutel (PE) fest verschlossen. Die desinfektionsmittelgetränkten Kartons verbleiben 14 Tage zwischen den Seiten und entfalten ihre fungizide Wirkung über die Gasphase. Anschließend wird das Objekt 72 Stunden in geschlossenem Zustand unter dem Abzug gelüftet, danach noch ausgefächert 14 Tage im Raum gelagert, um alle Desinfektionsmittelrückstände abdampfen zu lassen. Der Umgang mit Preventol CMK darf nur unter Luftabsaugung/Abzug und mit geeigneter Schutzkleidung (Schutzbrille, Handschuhe, geschlossener Kittel/Labormantel) erfolgen. Zum Umgang mit diesem Desinfektionsmittel liegen bisher noch keine Luftmessungen vor. In einem

geschlossenen Raum ohne Luftabsaugung ist der Umgang mit der Chemikalie jedoch in jedem Fall zu vermeiden. Der Hersteller der Zubereitung hat bisher noch keine Verwendungsempfehlung für den Bereich der Papierdesinfektion gegeben, da dieser noch nicht näher untersucht worden ist. Die Abschätzung der Gesundheitsgefährdung ist demzufolge nur eingeschränkt möglich. In Anhang IV ist ein Muster der Betriebsanweisung für Preventol CMK nach § 14 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) abgedruckt.

Bei der Sterilisation kommen ebenfalls verschiedene Verfahren in Betracht. Bis vor einigen Jahren wurde Papier häufig mit Ethylenoxid in speziellen Sterilisatoren begast. Ethylenoxid ist ein hochreaktives und explosionsfähiges Gas, das im Klinikbereich zur Kaltsterilisation von temperaturempfindlichen Geräten eingesetzt wird. Der Molekülaufbau führt zu einer hohen Reaktionsfähigkeit mit einer ganzen Reihe von chemischen Gruppen. Die Reaktion mit Aminogruppen ist für die insektizide, fungizide und viruzide Wirkung verantwortlich. Diese Reaktionen sind auch im menschlichen Körper möglich und wirken sich dort mutagen (erbgutverändernd), teratogen (fruchtschädigend) und/oder karzinogen (krebserzeugend) aus. Die Aufnahme erfolgt nicht nur über die Lunge, sondern auch über die Haut. Auf Grund der Gefährlichkeit ist der Umgang mit dieser Substanz sehr problematisch und darf nur von Fachfirmen mit entsprechender Sachkunde unter Beachtung der TRGS 513 „Begasungen mit Ethylenoxid und Formaldehyd in Sterilisations- und Desinfektionsanlagen“ [24] ausgeführt werden. Die Begasung mit Ethylenoxid ist zunächst einmal sehr

wirkungsvoll und wird als mögliches Sterilisationsverfahren in der TRBA 240 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut“ [10] aufgeführt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die behandelten Objekte schnell wieder mikrobiell kontaminiert sind. Durch die hohe Feuchtigkeit während der Begasung, die nötig ist, um auch Schimmelpilzsporen abzutöten, findet als Nebenreaktion die Bildung von Glykol statt [25]. Dieses ist als Nährmedium für die Pilze noch viel besser geeignet als Cellulosefasern, so dass für eine Wiederbesiedelung noch günstigere Bedingungen vorliegen. Eine Gesundheitsgefährdung durch Ethylenoxid nach der eigentlichen Begasung kann ebenfalls nicht ausgeschlossen werden, da das notwendige Ausgasen aus dem porösen Material Papier nicht 100-prozentig garantiert werden kann. Für die weitere Handhabung von ADM-Gut ist dies jedoch eine unabdingbare Voraussetzung. Die Sterilisation mit Ethylenoxid ist aus den genannten Gründen nicht zu empfehlen.

Ein weiteres Sterilisationsverfahren, das eine geringere Gefährdung für die Beschäftigten aufweist, ist die Bestrahlung mit Cobalt-60. Die Behandlung mit Gamma-Strahlen kann deutschlandweit jedoch nur in wenigen Einrichtungen durchgeführt werden und ist zudem recht teuer. Außerdem führt die Bestrahlung zu längerfristigen Beeinträchtigungen der Papiereigenschaften. Es entstehen freie Radikale, die auch nach der Bestrahlung noch die Papiereigenschaften negativ beeinflussen können [25] und zu einer rascheren Alterung führen. Die Sterilisation mittels Gamma-Strahlung kann daher nur in Einzelfällen empfohlen werden.

Eine gut wirksame und für die Beschäftigten ungefährliche Sterilisationsmöglichkeit ist die Behandlung von ADM-Gut mit feuchter Hitze in einem Autoklaven. Hierbei wird in einem luftleeren Raum Wasser über eine Temperatur von 100°C, dem Siedepunkt bei normalem Atmosphärendruck, erhitzt. Der dabei entstehende gespannte Dampf hat eine Temperatur, die vom Druck im Autoklavenraum abhängig ist. Bei 120°C werden so gut wie alle Mikroorganismen mit ihren Dauerformen inaktiviert. Das Autoklavieren kann durchaus bei Papier angewendet werden und wird auch in einer der besichtigten Restaurierwerkstätten durchgeführt. Es können jedoch nicht ganze Bücher, sondern nur Buchblöcke aus Papier autoklaviert werden. Der Leder- bzw. Pergamenteinband würde sich bei dieser Behandlung verziehen. Im Anschluss erfolgt regelmäßig eine Nassreinigung des Papiers. Es ist offensichtlich, dass dieser aufwändige Vorgang nur in Ausnahmefällen durchgeführt werden kann.

Nassreinigung

Papier kann nass gereinigt werden, wenn es nicht mit einer wasserlöslichen Tinte oder Farbe beschrieben, bemalt oder bedruckt ist. Dazu wird der Buchblock aus dem Umschlag herausgelöst bzw. die Papierseiten werden aus der Akte getrennt. In jedem Fall müssen einzelne Seiten vorliegen, die anschließend auf Siebe gelegt werden. Die Siebe werden gestapelt und in Wässerungsbecken gesetzt. Der Waschvorgang erfolgt in mehreren Stufen, dabei werden Verfärbungen aus dem Papier gewaschen und der pH-Wert eingestellt, gleichzeitig werden auch Mikroorganismen entfernt. Zur Wässe-

nung wird demineralisiertes Wasser verwendet, das zusätzlich mittels Calciumcarbonat-Lösung bzw. Durchleitung durch einen Marmorkiesfilter karbonisiert wird. Die Pufferung mit einer alkalischen Lösung ist notwendig, da Papier meistens sauer ist.

Der wesentliche Bestandteil von Papier ist die Cellulosefaser. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts war der einzige Rohstoff für die Papierherstellung nicht mehr brauchbare Kleidung aus Baumwolle und Leinen. Diese Stoff- und Lumpenreste (Hadern) wurden gereinigt, zerschnitten, durch Lagern in Kalkbrühe gelockert und schließlich zu einer Masse aus einzelnen Fasern zerstampft. Diese Herstellungsweise lieferte Papier sehr hoher Qualität, das bis heute haltbar ist. Die Erfindung des „Holländers“ im 17. Jahrhundert, einer Maschine zum Schneiden und Quetschen der Hadern und Fasern, führte zu kürzeren, dünneren und stärker gespaltenen (fibrillierten) Fasern, die das Lagern in Kalkbrühe entbehrlich machte. Diese Maßnahme senkte aber den pH-Wert des Papiers. Zusätzlich nahm als Folge der aufkommenden alaufgefällten Harzleimung und des Einsatzes von Holzschliff der Säuregehalt des Papiers noch weiter zu. Cellulosefasern werden erst durch die Leimung zu einem brauchbaren Beschreibstoff. Durch die Zugabe von Alaun (Papiermacheralalaun – Aluminiumsulfat, sauer) und Harz wird die Leimlösung dicker und ihre Wirkung verstärkt [26]. Der Holzschliff hingegen nimmt saure Gase aus der Luft auf. Dies führt dazu, dass das Papier am Licht und an der Luft schnell vergilbt und sauer wird. Holzschliff macht das Papier auf die Dauer außerdem brüchig.

Durch die Wässerung werden die Giltstoffe aus dem Papier gewaschen, und das Papier erhält durch die Pufferung eine alkalische Reserve. Es wird damit stabilisiert und länger haltbar. Der höhere pH-Wert, ca. pH 8, erschwert außerdem die Besiedelung durch Schimmelpilze, die eher ein saures Milieu bevorzugen. In Foto 8 wird ein Wässerungsbecken für die Nassreinigung gezeigt.

Nach dem Waschen werden die Seiten bei Zimmertemperatur einzeln in einem Gestell liegend getrocknet (siehe Foto 9), nachgeleimt, gepresst und zugeschnitten. Anschließend werden Ausbesserungsarbeiten am Papier oder am Bucheinband durchgeführt. Diese Bearbeitungsschritte sind für die Schimmelpilzproblematik jedoch nur von untergeordneter Relevanz und werden daher nicht weiter beschrieben.

Behandlung nach akutem Wasserschaden

Objekte mit einem Wasserschaden werden schnellstmöglich behandelt, um ein rasches Keimwachstum frühzeitig zu unterbinden. Akten, Bücher und andere Objekte werden in Folie eingeschweißt bzw. in fest verschlossenen Kunststoffboxen transportiert und möglichst schnell tiefgefroren. Die Trocknung kann nach und nach erfolgen, da die Kälte die Objekte konserviert, weil das Keimwachstum minimiert wird. Eine Trocknung erfolgt normalerweise als Gefriertrocknung, das heißt, das tiefgekühlte Gut wird einem Vakuum ausgesetzt, durch das dem Papier bzw. anderem Material die Feuchtigkeit entzogen wird. Eventuell erfolgen dann weitere Restaurierungsschritte wie sie oben bereits beschrieben wurden.



Foto 8: Das Wässerungsbecken dient der Nassreinigung von Papier.

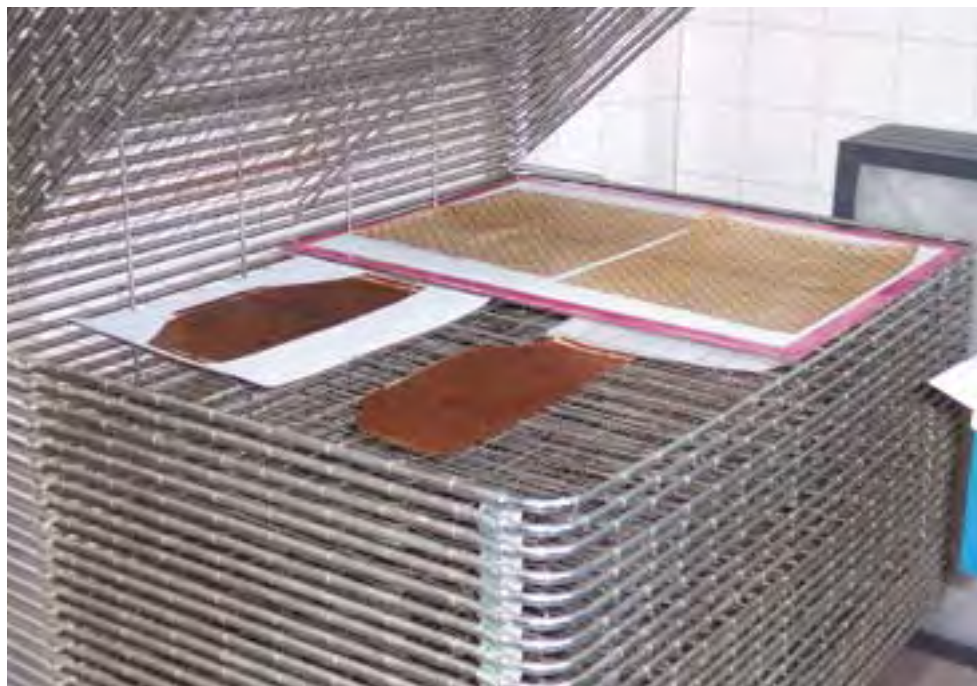


Foto 9: Im Trockengestell werden Papierbögen nach der Nassreinigung getrocknet.

Transport und Zwischenlagerung

Die Art des Transports erfolgt in Abhängigkeit der Schwere des Schimmelpilzbefalls. Stark kontaminiertes ADM-Gut wird normalerweise in fest verschlossenen Kunststoffkisten oder in Folien eingeschweißt befördert. Anderes Gut wird offen transportiert.

Die Zwischenlagerung bis zur Restaurierung wird sehr unterschiedlich gehandhabt. Die Objekte werden vom übrigen Bestand getrennt gelagert, meistens jedoch direkt in der Werkstatt und nicht in einem separaten Raum. Teilweise lagern die Objekte in Kunststoffboxen, teilweise in (gasdichten) Folien eingeschweißt, teilweise aber auch ganz offen. Die Bücher in Foto 10 sind beispielsweise in Folien verpackt.



Foto 10: Kontaminierte Bücher werden in Folien verpackt.

Lagerung in Magazinen

Die Lagerungsbedingungen sehen sehr unterschiedlich aus und hängen stark von dem Gebäude ab, in dem sich die Einrichtung befindet. In alten Gebäuden ist meist keine Klimaanlage vorhanden, so dass eine natürliche Lüftung stattfindet. Wenn Fenster vorhanden sind, können diese zur Einstellung der Klimaparameter genutzt werden. In allen von uns besichtigten Magazinen werden ständig (zumindest in einigen Räumen) die wichtigsten Klimadaten, nämlich relative Luftfeuchte und Raumtemperatur registriert und entweder direkt angezeigt oder sogar aufgezeichnet. Teilweise stehen Luftentfeuchter zur Verfügung, um die Luftfeuchtigkeit reduzieren zu können.

Die Magazine mit einer raumluftechnischen Anlage sind häufig zu warm und zu trocken (Temperaturen 22–23°C, relative Luftfeuchte 30–40% in den besichtigten Magazinen). Nur in einem klimatisierten Magazin mit wertvollen Handschriften wurden bei der Besichtigung gute Lagerbedingungen angetroffen (Temperatur: 18°C, 55% relative Luftfeuchte). In Räumen mit natürlicher Belüftung herrschen sehr unterschiedliche Bedingungen vor, je nachdem, wo im Gebäude sich der Raum befindet. Kellerräume sind häufig kühl (< 20°C), aber auch zu feucht. Das Klima kann hier nur durch Heizen und Luftentfeuchern mit entsprechenden Geräten beeinflusst werden, vor allem wenn keine Fenster vorhanden sind. Im Dachgeschoss können im Sommer hingegen sehr hohe Temperaturen entstehen. Dies ist durch Lüften nicht zu verhindern. Die Fenster können zudem nur geöffnet werden, wenn zusätzlich ein Lichtschutz vor-

handen ist. Das Licht würde die Bücher sonst zu stark angreifen.

Die Staubbelastung in den Magazinen kann sehr unterschiedlich sein und hängt vor allem vom Rhythmus der Reinigung ab. In den meisten Fällen wird der Fußboden regelmäßig feucht gereinigt, teilweise kommen auch Staubsauger zum Einsatz. Die Säuberung von Regalen und ADM-Gut erfolgt hingegen nur in großen Abständen. Diese Reinigungsarbeiten werden jedoch in den seltensten Fällen von den Restauratoren selbst durchgeführt. Im Regelfall sind damit Reinigungskräfte beauftragt. Die Restauratoren begehen die Magazine jedoch, um die Bestände zu kontrollieren und eventuell vorhandene Schäden möglichst frühzeitig zu erkennen. Im Falle eines akuten Schimmelpilzbefalls werden die betroffenen Objekte aussortiert und – wie unter „Transport und Zwischenlagerung“ beschrieben – der Restaurierung zugeführt. Die Bestände um den betroffenen Bereich herum werden zusätzlich kontrolliert und gereinigt. Darüber hinaus erfolgt eine Behandlung der Regale mit einem Flächendesinfektionsmittel oder es wird mindestens eine Feuchtreinigung vorgenommen.

3.3 Gefährdungsbeurteilung

Eine Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe im Sinne der BioStoffV ist bei allen Tätigkeiten mit durch Schimmelpilze kontaminiertem ADM-Gut gegeben. In Tabelle 3 sind Archiv relevante Schimmelpilze aufgeführt, bei denen inzwischen eine Einstufung in Risikogruppen erfolgt ist. Gemäß ihrem infektiösen Potenzial sind die Schimmelpilze überwiegend in Risikogruppe 1, einige wenige in Risikogruppe 2 eingestuft.

Gattung/Spezies	Risikogruppe
Aspergillus	
- A. flavus	2
- A. fumigatus	2
- A. niger	1
- A. versicolor	1
Aureobasidium pullulans	1
Botrytis cinerea	1
Cladosporium herbarum	1
Microsporum	2
Paecilomyces	1
Penicillium chrysogenum	1
Trichophyton	2
Wallemia sebi	1

Tabelle 3: Archiv relevante Schimmelpilze und deren Einstufung in Risikogruppen.

Besonders die in den Archiven dominierenden Gattungen Aspergillus, Cladosporium und Penicillium sind wegen ihres allergenen und/oder infektiösen Potenzials von medizinischer Bedeutung.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich beim Umgang mit kontaminiertem ADM-Gut um eine nicht gezielte Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen. Nach §7, Absatz 2 BioStoffV [1] müssen die Tätigkeiten, soweit dies möglich ist, einer Schutzstufe zugeordnet werden. Für Bibliotheken, Archive und Museen ergibt sich in den meisten Fällen die Schutzstufe 1 mit den entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen, weil vor allem Mikroorganismen der Risikogruppe 1 anzutreffen sind. Es handelt sich um biologische Arbeitsstoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie bei Menschen mit intaktem Immunsystem eine Krankheit verursachen. Zusätzlich muss jedoch die sensibilisierende Wirkung der Schimmelpilze berücksicht-

sichtigt werden. Der Hautkontakt mit den Schimmelpilzen stellt nur eine geringe Gefährdung dar. Eine höhere Gefährdung ist bei einer Belastung der Luft durch atemwegssensibilisierenden schimmelpilzhaltigen Staub gegeben.

Für Schimmelpilze in der Luft am Arbeitsplatz existieren keine Grenzwerte. Für einige Branchen soll ein Technischer Kontrollwert (TKW) ermittelt werden, der die Konzentration biologischer Arbeitsstoffe in der Luft für einen bestimmten Arbeitsbereich, ggf. auch für ein bestimmtes Verfahren festlegt. Im Bereich Bibliotheken, Archive und Museen wurde bisher allerdings noch kein TKW ermittelt. Beim technischen Kontrollwert handelt es sich um eine Konzentration, ausgedrückt als koloniebildende Einheiten pro m³ Luft (KBE/m³), die grundsätzlich nach dem Stand der Technik erreicht werden kann. Eine Messverpflichtung für den Arbeitgeber ist nach der BioStoffV allerdings nicht vorgesehen. Eventuell können aber orientierende Messungen durchgeführt werden, um Art, Ausmaß und Dauer der Exposition der Beschäftigten gegenüber biologischen Arbeitsstoffen zu ermitteln oder die Wirksamkeit technischer Schutzmaßnahmen zu bestimmen. Bisher existiert nur für einen einzigen Bereich, nämlich für biologische Abfallbehandlungsanlagen, ein TKW von 5×10^4 KBE/m³ Luft.

Die TRBA 405 „Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene biologische Arbeitsstoffe“ [8] gibt eine Empfehlung, wie die

Konzentration von Mikroorganismen in der Luft ermittelt und beurteilt werden kann. Das Messverfahren selbst ist in der BIA⁶⁾-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ beschrieben. Die Absolutwerte sind bei Messungen nicht unbedingt aussagekräftig. Erst im Vergleich mit den Messergebnissen in der Außenluft lassen sich Rückschlüsse auf eine Belastung der Arbeitsplätze ziehen. Im Anschluss daran kann eine Aussage getroffen werden, ob die Quelle der Kontamination überhaupt im Arbeitsraum liegt. Die Sporenkonzentration in der Außenluft ist starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, wobei im Hochsommer mit einem Maximum zu rechnen ist. Dies muss mit berücksichtigt werden. Auf Grund der Messmethode kann nur die Konzentration lebens- und vermehrungsfähiger Keime in der Luft bestimmt werden. Eine Gefährdung durch die sensibilisierende Wirkung geht jedoch auch von toten Myzelien und Sporen aus, was ebenfalls berücksichtigt werden muss.

Das Ausmaß der Gesundheitsgefährdung ist abhängig von der Art des Schadens durch Schimmelpilze und von der Empfindlichkeit der Arbeitnehmer, kann jedoch meist nicht genau quantifiziert werden, selbst wenn Messergebnisse vorliegen sollten. Es ist jedoch eindeutig nachgewiesen, dass mit dem Schimmelpilzwachstum gesundheitliche Beeinträchtigungen einhergehen können. Es muss daher das Vorsorgeprinzip Anwendung finden, nach dem Belastungen zu minimieren sind, bevor es zu einer Erkrankung kommt.

⁶⁾ BIA – Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz.

Bei Messungen in Archiven wurde festgestellt, dass die Schimmelpilzkonzentrationen teilweise erheblich über der in der Außenluft liegen. Danach wurden in der Außenluft Konzentrationen von 2×10^2 bis 4×10^3 KBE/m³ Luft ermittelt, in den Archivräumen 2×10^2 bis $1,2 \times 10^5$ KBE/m³ [16]. Vor allem in häufig genutzten und begangenen Magazinräumen liegen die Werte teilweise erheblich über der Außenluftkonzentration, vermutlich dadurch bedingt, dass die Pilzsporen weniger stark als in einer ruhigen Umgebung sedimentieren und in der Luft schweben bleiben. Erhöhte Konzentrationen wurden auch in feuchten Archiven und Magazinen festgestellt. Dies bestätigt noch einmal den Zusammenhang zwischen den räumlichen Klimafaktoren und dem Schimmelpilzwachstum. Wie unter „Mykoallergosen“

beschrieben, können hierdurch Asthma-Anfälle bei Allergikern ausgelöst werden.

Die einzelnen Arbeitsabläufe bei der Buch- und Papierrestaurierung wurden bereits beschrieben. Entsprechend den einzelnen Tätigkeitsschritten erfolgt nun die Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf die Belastung durch Schimmelpilze. Die abgeleiteten Arbeitsschutzmaßnahmen werden im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

Reinigung trockener Objekte

Bei der Trockenreinigung werden Myzelbruchstücke und Sporen der Schimmelpilze aufgewirbelt, zudem besteht ein intensiver Kontakt zum ADM-Gut. Die Arbeitsvorgänge müssen genau beobachtet werden, um mechanische Schäden am



Foto 11: Die Trockenreinigung wird unter einer mikrobiologischen Sicherheitswerkbank durchgeführt.

Objekt zu vermeiden. Das bedeutet, es werden biologische Arbeitsstoffe unmittelbar im Atembereich der Beschäftigten frei.

Desinfektion und Sterilisation

Bei der Behandlung mit den Desinfektionsmitteln Ethanol und Preventol CMK ist immer ein direkter Kontakt mit dem ADM-Gut vorhanden, so dass eine Gefährdung, wie unter „Reinigung trockener Objekte“ beschrieben, besteht. Allerdings werden die Ethylenoxidbegasung und die Gamma-Bestrahlung heute nicht mehr von den Restauratoren selbst ausgeführt. Somit besteht durch diese Sterilisationsverfahren keine Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei den Restauratoren.

Beim Autoklavieren wird vor der Dampferzeugung in der Druckkammer zunächst ein Vakuum erzeugt, indem die Luft aus der Kammer gesaugt wird. Die entweichende Luft kann schimmelpilzhaltige Stäube enthalten und somit eine Gefährdung für die Beschäftigten darstellen.

Nassreinigung

Bei der Nassreinigung werden die Mikroorganismen in das Wasser geschwemmt und über die Kanalisation abgeleitet. Es ist nur mit einer geringen Luftbelastung durch freigesetzte Aerosole zu rechnen. Ein direkter Hautkontakt mit den ins Wasser ausgeschwemmten Mikroorganismen ist jedoch möglich. Eventuell ist durch die Feuchtarbeit die Ausbildung einer Nagel- oder Hautmykose möglich, jedoch weniger durch die archivtypischen Schimmelpilze als eher durch selten im Archiv vorkommende Spezies, wie *Sporothrix schenckii* oder durch Dermatophy-

ten, wie *Microsporum*. Die häufigste Quelle ist vermutlich der Mensch selbst, auf dessen Haut sich alle möglichen Mikroorganismen ansiedeln. Die Erkrankungsursache liegt eher in der Feuchtarbeit als im Umgang mit verschimmeltem ADM-Gut. Bis zur eigentlichen Wässerung gelten bei der Nassreinigung jedoch die Ausführungen unter „Reinigung trockener Objekte“. Durch das Heraustrennen von Seiten aus Büchern und Akten kommt es ebenfalls zu einer Aufwirbelung von Pilzsporen und Myzelbruchstücken, die dann in den Atembereich der Beschäftigten gelangen.

Behandlung nach akutem Wasserschaden

Nasses ADM-Gut ist zunächst einmal nicht stärker mit Schimmelpilzen belastet als trockenes. Erst bei einer falschen Behandlung kann massives Schimmelpilzwachstum auftreten. Die Gefährdung beim Gefriertrocknen entspricht der beim Autoklavieren, weil auch hier Luft aus einer Vakuumkammer abgesaugt wird und schimmelpilzhaltiger Staub freigesetzt werden kann.

Transport und Zwischenlagerung

Während eines Transportvorgangs können durch den entstehenden Luftzug große Mengen schimmelpilzhaltigen Staubs aufgewirbelt werden und in den Atembereich der Beschäftigten gelangen, wenn der Transport nicht in einem geschlossenen Behälter oder Ähnlichem erfolgt. Gleiches gilt für die Zwischenlagerung in der Werkstatt. Dort wird durch die ständige Bewegung der Mitarbeiter ein entsprechender Luftzug erzeugt.

Lagerung in Magazinen

Bei Kontrollgängen in den Magazinen und während der Reinigung bzw. Desinfektion von Beständen oder Regalen wird, wie beim Transport auch, die Luft aufgewirbelt. Selbst ohne diesen Vorgang besteht jedoch in einem kontaminierten Magazin eine erhöhte Sporenkonzentration in der Luft. Dies gilt, wie bereits beschrieben, besonders dann, wenn die Luftfeuchtigkeit durch Schäden am Gebäude oder durch sonstiges Eindringen von Wasser erhöht ist.

Ein Gesamtrisiko kann nur für jede Einrichtung separat abgeschätzt werden, da das Ausmaß einer Kontamination mit Schimmelpilzen jeweils sehr unterschiedlich ist und darüber hinaus verschiedene Arbeitsverfahren zum Einsatz kommen.

Bei fast allen Tätigkeiten der Restauratoren kommt es zu einer Belastung durch biologische Arbeitsstoffe. Es gibt jedoch Möglichkeiten, die Belastung auf ein gesundheitlich unbedenkliches Maß zu reduzieren. Einem Schimmelpilzbefall muss mit Vorsicht begegnet werden, denn auch ein bisher gesunder Mitarbeiter kann jederzeit eine Allergie entwickeln. Einen vollkommen pilzfreien Raum wird es nicht geben, weil schon durch den Kontakt zur Außenluft immer wieder ein erneuter Eintrag von Schimmelpilzsporen in Depots, Archive oder Magazine stattfindet. Ein pilzfreier Raum ist aber auch nicht erforderlich. Es genügt vollkommen, die Konzentration der luftgetragenen Schimmelpilze auf ein der Außenluft vergleichbares Maß zu reduzieren, um dem Minimierungsgebot zu entsprechen. Nur in Ausnahmefällen sind dabei Messungen vor Ort erforderlich. Wenn die im Folgenden aufgeführten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden, ist davon auszugehen, dass die Konzentrationen an luftgetragenen Schimmelpilzen ausreichend gering sind.

Zur Verringerung einer Schimmelpilzbelastung auf natürlichem Wege müssen geeignete klimatische Bedingungen hergestellt werden. Dies ist die Voraussetzung, um die Grundbelastung im Arbeitsbereich der Restauratoren zu minimieren. Durch die Bearbeitung von kontaminiertem ADM-Gut aus den verschiedensten Quellen wird jedoch immer eine erhöhte Belastung der Restauratoren gegenüber

anderen Bibliotheks-, Archiv- oder Museumsmitarbeitern gegeben sein. Es ist aber möglich, durch technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen die Sicherheit am Arbeitsplatz zu gewährleisten. In der Rangfolge ihrer Wirksamkeit sollen die notwendigen und/oder wünschenswerten Schutzmaßnahmen aufgeführt werden. Für die Durchführung der Maßnahmen ist zunächst immer der Unternehmer der Einrichtung verantwortlich. Er kann jedoch gemäß §12 der Unfallverhütungsvorschrift GUV-V A1 „Allgemeine Vorschriften“ Pflichten schriftlich an beauftragte Personen übertragen. Die Zuständigkeitsbereiche der Beauftragten müssen von ihm festgelegt werden.

Vorab sei bemerkt, dass bei jeglichem Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen die Beschäftigten zumindest die Hygienevorschriften der TRBA 500 „Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen“ [9] einhalten müssen. Die entsprechenden Forderungen finden sich alle in den nun genannten Schutzmaßnahmen – gegliedert nach den jeweiligen Arbeitsbereichen – in konkretisierter Form wieder.

4.1 Technische Schutzmaßnahmen

Restaurierungswerkstatt

Für restauratorische Tätigkeiten, bei denen mit einer Verwirbelung der Pilzsporen zu rechnen ist, müssen geeignete Absaugvorrichtungen vorhanden sein [10].

Zu diesen Tätigkeiten zählt die Reinigung trockener Objekte, die Behandlung mit Desinfektionsmitteln und ähnliche staubende Arbeiten.

Geeignet sind zum Beispiel mikrobiologische Sicherheitswerkbänke der Klasse 1 oder 2 (siehe auch Abbildung 3 und 4 aus [12]), bei denen durch eine gerichtete Luftführung sichergestellt ist, dass freigesetzte Partikel nicht nach außen dringen. Die abgesaugte Luft muss gefiltert werden, bevor sie wieder in den Raum geleitet wird. Die Absaugvorrichtungen müssen regelmäßig (einmal jährlich) durch Fachpersonal geprüft und gewartet werden.

Der Einsatz eines Autoklaven ist denkbar, um Werkzeug, Bürsten, Arbeitsmaterial oder – wie weiter vorne beschrieben – Papier zu sterilisieren. Dies ist aber nicht unbedingt notwendig und lohnt sich nur

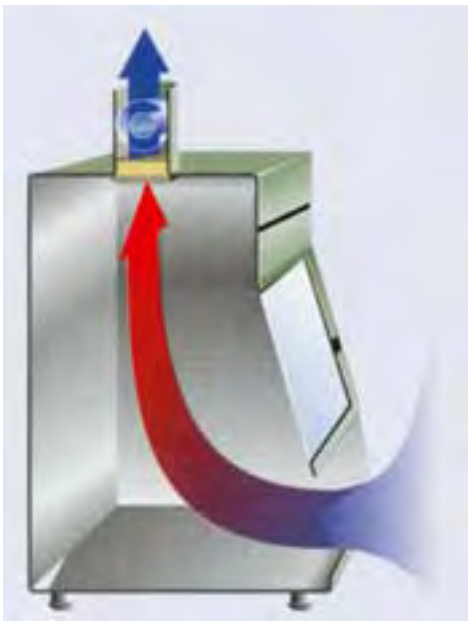


Abb. 3: Luftführung in einer Sicherheitswerkbank der Klasse 1.



Abb. 4: Luftführung in einer Sicherheitswerkbank der Klasse 2.

in sehr großen Einrichtungen mit stark kontaminierten Beständen. Im Normalfall ist es ausreichend, diese Gegenstände von Zeit zu Zeit zu entsorgen und durch Neue zu ersetzen. Wenn ein Autoklav verwendet wird, ist darauf zu achten, dass die ausgeblasene Luft beim Ziehen des Vakuums gefiltert wird. Die Forderung gilt beim Gefriertrocknen oder bei anderen Geräten mit Aerosolbildung entsprechend.

Zur Wässerung von Papier bei der Nassreinigung kann das Leitungswasser über eine Filterkerze geleitet werden, um mikrobielle Verunreinigungen zu entfernen. Die Keimzahl wird dadurch noch weiter reduziert.

Für die Grobreinigung von ADM-Gut und für die Oberflächenreinigung ist ein geeigneter Staubsauger notwendig. Dieser

muss über einen Filter der Verwendungskategorie K1/K2 oder der Staubklasse H verfügen.

Zwischenlager

Für die Zwischenlagerung von kontaminiertem ADM-Gut zur Restaurierung empfiehlt sich ein separater Raum. Dies gilt generell auch für andere Bestände mit Schimmelpilzbefall, die nicht oder erst zu einem späteren Zeitpunkt restauriert werden sollen. Die Lagerung in der Werkstatt ist zu vermeiden, vor allem, wenn sich das Wässerungsbecken im gleichen Raum befindet. Die höhere Luftfeuchtigkeit würde zu einem vermehrten Schimmelpilzwachstum führen. Wenn kein eigener Raum für die Zwischenlagerung zur Verfügung steht, muss auf andere Weise die Verbreitung von Pilzsporen verhindert werden. Beispielsweise kann das ADM-Gut in fest verschlossenen Kisten oder in Folien verpackt gelagert werden. Hierbei muss das ADM-Gut in jedem Fall trocken sein.

Ausstattung der Magazine

Um Schimmelpilzbefall in den Magazinen von vornherein zu vermeiden, müssen geeignete klimatische Verhältnisse hergestellt werden. Optimal sind:

- ❖ eine niedrige Raumtemperatur von maximal $18 \pm 1^\circ\text{C}$ (teilweise werden noch tiefere Temperaturen empfohlen [15]) und
- ❖ eine geringe relative Luftfeuchtigkeit von $50 \pm 5\%$.

Dies kann nur durch die regelmäßige Messung beider Parameter gewährleistet werden, um im einfachsten Fall über Heizen und Lüften regulierend eingreifen zu können. Lüften ist jedoch nur sinnvoll,

wenn die Feuchte in der Außenluft unter der im Raum liegt. Zur Unterstützung kann zusätzlich ein Entfeuchtungsgerät mit geeignetem Luftfilter eingesetzt werden. Bauliche Schäden, die zu Gebäudenässe führen, müssen umgehend saniert werden. Zum Schutz des ADM-Gutes vor Licht und Überhitzung muss ein Sonnenschutz (Außenjalousien oder Ähnliches) vor den Fenstern angebracht sein. Kann die Oberflächenfeuchte des ADM-Gutes mit keinem der oben genannten Mittel unter 10% gesenkt werden, ist der Raum als Magazin ungeeignet!

Bei Neubauten ist eine raumlufttechnische Anlage (RLT-Anlage) mit geeigneten Filtern für Pilzsporen zu empfehlen. Es muss jedoch sichergestellt werden, dass diese Anlage regelmäßig, mindestens einmal jährlich, durch Fachpersonal geprüft und gewartet wird. Die Filter müssen regelmäßig gewechselt und in geschlossenen Behältern entsorgt werden. Es ist zusätzlich darauf zu achten, dass die Luftauslässe nicht in der Nähe von Luftzuführungen anderer Räume, von Fenstern oder Türen liegen [10]. Eine gleichmäßige Durchströmung der Räume ohne große Turbulenzen ist anzustreben, damit die Schimmelpilzsporen so wenig wie möglich aufgewirbelt werden. Die günstigsten klimatischen Verhältnisse ohne RLT-Anlage sind in einem fensterlosen, gut gegen Feuchtigkeit isolierten Kellerraum gegeben, der nur zur Lagerung des ADM-Gutes dient. Die Klimaschwankungen im Freien werden hier durch die isolierte Lage wirksam ausgeglichen.

Die Ausstattung und Einrichtung der Magazinräume muss so gestaltet werden, dass Staubablagerungen möglichst ge-

ring sind. Schwer zugängliche Winkel, Rohre, Leitungen, raue Wandoberflächen (Rauputz, Strukturputz, Sichtbeton oder Kunststoffschäumplatten), Vorhänge bzw. andere Textilien, statisch aufladbare Oberflächen usw. erleichtern die Ablagerung von Pilzsporen und müssen daher vermieden werden. Alle Böden, Wände und Oberflächen im Magazin müssen leicht erreichbar sein, um regelmäßig gereinigt werden zu können. Durch die Räume sollen keine wasserführenden Rohrleitungen verlegt werden, damit bei einem Defekt kein Wasserschaden entstehen kann. Fernwärmeleitungen sind ebenfalls zu vermeiden. Diese sorgen für einen zu hohen Wärmeeintrag.

Die Regalsysteme sollen eine ausreichende Durchlüftung gewährleisten und müssen ebenfalls leicht zu reinigen sein. Regale aus offenporigem Holz sind für diesen Zweck daher ungeeignet. Gut geeignet sind Regale aus Metall oder anderen leicht zu reinigenden und zu desinfizierenden Materialien. Es muss aber sichergestellt sein, dass eventuell vorhandene Feuchte entweichen kann.

Die Lagerung von ungeordnetem ADM-Gut und nicht-magazinierten Beständen in Kellern, auf Dachböden oder in anderen ungeeigneten Räumen muss unbedingt vermieden werden. Die unübersichtliche Situation würde das Erkennen eines Schimmelpilzbefalls stark erschweren [15]. Gleiches gilt auch für die Lagerung von „archivfremden“ Gegenständen in den Magazinen, wie beispielsweise ausrangierte Computer oder Möbel.

In Magazinräumen sollen keine Dauerarbeitsplätze eingerichtet werden [10].

Diese Forderung gilt selbstverständlich auch für Benutzerplätze. Die Räume sollen so selten wie möglich betreten werden und ausschließlich der Aufbewahrung dienen, besonders dann, wenn bereits eine Kontamination des ADM-Gutes vorliegt. Der Kontakt zu den luftgetragenen Schimmelpilzbestandteilen muss so weit wie möglich minimiert werden.

4.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die Zahl der Beschäftigten, die Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen haben, muss möglichst gering gehalten werden [10]. Die Arbeiten an kontaminiertem ADM-Gut sollten darüber hinaus auf die notwendigen Handgriffe beschränkt werden, um den Kontakt zu minimieren. Unnötige Transportvorgänge müssen vermieden werden, damit Pilzsporen nicht aufgewirbelt und in andere Bereiche verschleppt werden. Der innerbetriebliche Transport von kontaminiertem ADM-Gut darf nur in geschlossenen und desinfizierbaren Behältern oder in Folie eingeschweißt erfolgen.

Neueingänge von ADM-Gut müssen auf einen Schimmelpilzbefall hin untersucht werden. Ein Übernahmeprotokoll ist hilfreich, um die Ergebnisse festzuhalten. Die Magazinbestände sind von Zeit zu Zeit ebenfalls stichprobenartig auf einen Schimmelpilzbefall hin zu kontrollieren. Bei der Neuaufnahme größerer Bestände aus einer Quelle mit unbekanntem Lagerbedingungen, zum Beispiel bei einer Schenkung oder Übernahme eines Nachlasses, sollte der Bestand bereits am alten Lagerort besichtigt werden [10,15].

Die „Lagerungsgeschichte“ im Übernahmeprotokoll zu vermerken, ist dabei empfehlenswert.

Die Aufnahme von stark kontaminierten Beständen sollte – sofern dies überhaupt möglich ist – abgelehnt werden. Dieses Material ist zu vernichten. Auf das Schreddern sollte dabei verzichtet werden, weil dies mit einer erhöhten Freisetzung von biologischen Arbeitsstoffen verbunden ist. Wenn auf das Schreddern nicht verzichtet werden kann, muss dabei geeignete Schutzkleidung getragen werden.

Wird bei den Untersuchungen der Neueingänge bzw. bei Stichproben im Magazin feuchtes, verfärbtes, geschädigtes oder muffig riechendes, das heißt pilzverdächtig, ADM-Gut entdeckt, müssen die Ursachen ermittelt werden. Die Bestimmung der Oberflächenfeuchte ist dabei hilfreich. Die Feuchtigkeitsquellen sind aufzufinden und zu beseitigen [10, 15]. Liegt die Oberflächenfeuchte über 10% muss das ADM-Gut an einem kühlen und trockenen Ort gelagert werden, bis dieser Wert unterschritten ist. Erst dann darf die reguläre Einlagerung erfolgen.

Wenn bei einer stichprobenartigen Kontrolle im Magazin ein Schimmelpilzbefall optisch sichtbar wird, ist er bereits weit fortgeschritten. Daher müssen alle Bestände in der Umgebung ebenfalls kontrolliert werden. Die weitere Verbreitung oder Verschleppung der Schimmelpilze muss eingedämmt werden. Pilzbefallene oder pilzverdächtige Bestände sind vom übrigen Bestand zu separieren und dürfen mit diesem nicht im gleichen Raum gelagert werden.

Nicht immer ist das Material an sich so wertvoll, dass eine weitere Archivierung massiv befallener Bestände gerechtfertigt ist. Wenn nur der Inhalt der Dokumente wichtig ist, können andere Medien zur Speicherung der Informationen genutzt werden. Es muss jedoch sichergestellt sein, dass auch zukünftige Generationen die gespeicherten Informationen abrufen können. Derzeit ist vor allem die Mikroverfilmung geeignet, weil hierbei für das Auslesen der Informationen keine speziellen Geräte erforderlich sind. Bei der Datensicherung auf elektronischem Wege ist diese Forderung durch die derzeit rasante Weiterentwicklung der Technik nicht unbedingt gewährleistet. Die kontaminierten Originale können danach entweder separat gelagert oder ganz entsorgt werden. Besonders in Bibliotheken existieren häufig Zweitexemplare der Bücher. In diesem Fall können die kontaminierten Bücher meist bedenkenlos entsorgt werden.

Arbeitspausen

Der Verzehr von Speisen und Getränken, das Rauchen und der Gebrauch von Kosmetika muss unterbleiben. Bei diesen Tätigkeiten würde der Kontakt zu den Schimmelpilzen noch verstärkt. Für die Arbeitspausen muss darum ein geeigneter Aufenthaltsraum zur Verfügung stehen. Eine orale Aufnahme durch das Anfeuchten der Finger beim Seitenblättern muss in jedem Fall vermieden werden [10, 15]. Das Umblättern mit angefeuchteten Fingern führt außerdem zu einem Feuchtigkeitseintrag in das Papier und würde das Pilzwachstum fördern. In Magazinräumen und Werkstätten dürfen keine Pflanzen gehalten werden. Durch die Blumenerde ist ein Schimmelpilzein-

trag möglich. Pflanzen erhöhen außerdem die Luftfeuchtigkeit im Raum.

Vor den Arbeitspausen und zum Arbeitsende müssen die Beschäftigten die Möglichkeit zur Händereinigung haben. Am Handwaschplatz sind Hautreinigungs- und Händedesinfektionsmittel in Spendern und Einmalhandtücher zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich sollten Hautschutz- und Hautpflegemittel vorhanden sein. Für die richtige Anwendung der Mittel sollte ein Hygieneplan erstellt und ausgehängt werden [10] (siehe auch Hautschutz- und Hygieneplan-Muster in Anhang III). Wenn große Bestände dekontaminiert werden müssen, ist die Einrichtung von Duschräumen sinnvoll, damit eine Verbreitung von Pilzsporen verhindert wird.

Schutzkleidung

Bei der Bearbeitung von kontaminierten Beständen muss persönliche Schutzausrüstung getragen werden, die der Arbeitgeber zur Verfügung stellen und in Stand halten muss. Die Schutzkleidung ist bei Kontakt mit dem ADM-Gut oder bei Aerosol- und Staubbildung zu tragen (beispielsweise beim Abbürsten von schimmelpilzhaltigem Staub und anderen Restaurierungstätigkeiten, beim Transport und Verpacken von kontaminiertem Material und beim Verfilmen). Die Straßenkleidung muss getrennt von der Schutzkleidung aufbewahrt werden [10]. Die Aufbewahrung der Straßenkleidung darf nicht im Arbeitsraum oder in einem anderen belasteten Bereich erfolgen. Durch die Schutzkleidung können Pilzsporen verschleppt werden. Unbelastete Magazine sollten daher nicht mit kontaminierter Kleidung betreten werden.

Außerdem muss die Schutzkleidung regelmäßig gereinigt werden (siehe auch Hautschutz- und Hygieneplan-Muster in Anhang III).

Reinigungs- und Dekontaminationsmaßnahmen

Eine erste Grobreinigung massiv kontaminierter Magazine und Bestände darf nur mit ausreichender persönlicher Schutzausrüstung erfolgen. Räume, in denen kontaminiertes ADM-Gut gelagert wird, müssen regelmäßig – möglichst wöchentlich – nicht staubend gereinigt werden (Staubsauger oder Feuchtreinigung). Die Oberflächen von Regalen, Fußböden, Tischen und anderem sollten durch Wisch-/Scheuerdesinfektion mit einem Desinfektionsmittel behandelt werden [10]. Dabei sind Desinfektionsmittel, die die Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) in ihrer so genannten DGHM-Liste [27] empfiehlt, zu verwenden, weil bei diesen Mitteln die Wirksamkeit gegenüber Pilzen nachgewiesen ist.

Bevor ein normaler Gebrauch des ADM-Gutes stattfinden kann, müssen kontaminierte Objekte behandelt werden. Dies ist – wie bereits oben beschrieben – eine Hauptaufgabe der Restauratoren. Eine Desinfektion oder Sterilisation darf nur an trockenen Objekten vorgenommen werden, weil sonst die Gefahr eines erneuten Befalls besteht.

Die Oberflächenreinigung von ADM-Gut darf nur unter einer Luftabsaugung erfolgen. Eine Behandlung im Freien würde zwar genügend Frischluft zuführen, aber durch die unkontrollierbaren Strömungsverhältnisse kann es im ungünstigsten

Fall zu einer noch höheren Belastung der Beschäftigten kommen. Die zur Reinigung notwendigen Arbeitsmittel müssen auch nach Beendigung der Arbeit unter der Sicherheitswerkbank verbleiben. Außerhalb der Werkbank dürfen sie nicht verwendet werden. Die Werkzeuge und Geräte müssen regelmäßig auf Pilzbefall hin untersucht werden und sind nach einiger Zeit zu erneuern. Die alten Arbeitsmittel müssen autoklaviert oder entsorgt werden. Gleiche Sorgfalt ist auf die verwendeten Gegenstände im weiteren Gang der Restaurierung zu verwenden. Vor allem die verwendeten Papiere und Kartons sind regelmäßig auf einen Schimmelpilzbefall hin zu überprüfen und gegebenenfalls zu entsorgen. Die Sicherheitswerkbank selbst muss regelmäßig gereinigt und einer Oberflächendesinfektion unterzogen werden (siehe auch Hautschutz- und Hygieneplan-Muster in Anhang III).

Arbeitsprozesse, bei denen Feuchtigkeit oder große Wärme erzeugt wird, müssen in Räumen mit einer ausreichenden Be- und Entlüftung durchgeführt werden. In diesen Räumen sollte sich kein ADM-Gut befinden.

4.3 Persönliche Schutzmaßnahmen

Maßnahmen zur Verhaltensbeeinflussung

Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung muss eine Betriebsanweisung zum Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen erstellt werden (Betriebsanweisung-Muster nach § 12 BioStoffV in Anhang IV). Alle Beschäftigten (auch Handwerker und Reinigungspersonal) müssen vor Aufnahme der Tätigkeit und danach regelmäßig mindestens einmal jährlich entspre-

chend unterwiesen werden. Die Betriebsanweisung soll die Gefährdungen und die entsprechenden Schutzmaßnahmen zusammenfassen und an einer geeigneten Stelle ausgehängt werden.

Persönliche Schutzausrüstung

Kontaminiertes Archivgut darf nur mit geeigneter persönlicher Schutzausrüstung (PSA) bearbeitet oder transportiert werden. Grundausstattung ist ein Schutzkittel mit langen Ärmeln, der bis zum Kragen geschlossen werden kann. Beim Umgang mit dem ADM-Gut sind geeignete Schutzhandschuhe zu tragen. Medizinische Einmalhandschuhe aus puderfreiem Latex sind für die Trocken- oder Nassreinigung ausreichend.

Falls die Tätigkeiten (beispielsweise das Schreddern) nicht unter der Sicherheitswerkbank ausgeführt werden können, muss zusätzlich geeigneter Atemschutz getragen werden. Für diese Arbeiten eignen sich dichtsitzende Halbmasken mindestens mit Partikelfiltern der Klasse P2 oder partikelfiltrierende Halbmasken (mindestens FFP2) mit Ausatemventil. Diese PSA ist jedoch bei der Grobreinigung massiv kontaminierter Magazine nicht ausreichend. Hierbei müssen Einweganzüge mit eng anliegender Kapuze als Haarschutz getragen werden (siehe Foto 12). Als Atemschutz sind jedoch auch hier dichtsitzende Halbmasken mindestens mit Partikelfiltern der Klasse P2 oder partikelfiltrierende Halbmasken (mindestens FFP2) mit Ausatemventil ausreichend. Für den Handschutz eignen sich Schutzhandschuhe aus Nitril.

Bei Reinigungsarbeiten bzw. Desinfektionsarbeiten in den Magazinen und Werk-



Foto 12: Arbeiten in einem massiv kontaminierten Bereich.

stätten ist ebenfalls das Tragen von PSA erforderlich. Hierfür sind Schutzhandschuhe und Schutzkittel ausreichend, wenn nicht mit dem Auftreten von Bioaerosolen zu rechnen ist. Sonst muss auch hierbei zusätzlich Atemschutz getragen werden [10]. Wird mit Desinfektionsmitteln gearbeitet, müssen die Handschuhe aus einem gegen diese Mittel beständigen Material bestehen (zum Beispiel Nitril).

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen nach § 15 BioStoffV sind auf die Infektionsgefährdung der biologischen Arbeitsstoffe abgestimmt. Im Regelfall findet in Bibliotheken und Archiven auch nur ein Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 statt. Hier entfällt eine arbeitsmedizinische Vorsorge-

untersuchung nach der BioStoffV. Gleiches gilt für die UVV GUV-V A4 „Arbeitsmedizinische Vorsorge“. Das Auswahlkriterium „Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung“ nach Anlage 1 dieser UVV ist für Arbeiten in Bibliotheken und Archiven nicht erfüllt. Diese Untersuchungen werden jedoch erforderlich, sobald bei einem Beschäftigten eine durch biologische Arbeitsstoffe verursachte Erkrankung auftritt.

Bei Tätigkeiten in Bibliotheken und Archiven stehen die sensibilisierenden oder toxischen Eigenschaften der Schimmelpilze im Vordergrund. Bei der arbeitsmedizinischen Betreuung muss dies berücksichtigt werden. Die Prädisposition für eine durch Schimmelpilze verursachte Erkrankung muss ebenfalls abgeklärt werden. Gegebenenfalls darf eine prädisponierte Person nicht oder nur unter besonderen Bedingungen an einem schimmelpilzbelasteten Arbeitsplatz tätig werden.

Wenn regelmäßig über einen längeren Zeitraum ($> 1/2$ Stunde pro Tag) der oben genannte Atemschutz getragen wird, muss eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung nach dem Grundsatz G 26 stattfinden. Dies geht aus der GUV-R 190 „Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten“ in Verbindung mit der BGI 504-26 „Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“ – G 26 „Atemschutzgeräte“ – hervor.



Zusammenfassung

Beschäftigte in Bibliotheken und Archiven – und speziell Restauratoren – kommen bei ihrer Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen in Berührung. Schimmelpilze als ubiquitär vorkommende Zersetzer organischer Materialien finden in diesen Einrichtungen ein ideales Nährstoffangebot vor. Wenn dazu noch für das Schimmelpilzwachstum günstige Klimabedingungen vorherrschen, können sich diese Mikroorganismen rasend schnell ausbreiten. Da sie in dieser Beziehung wenig anspruchsvoll sind, genügt ihnen bereits eine hohe Luftfeuchtigkeit im Raum, um zu wachsen.

Schimmelpilze sind, falls sie in einer der Außenluft entsprechenden Konzentration vorliegen, für einen gesunden Menschen ungefährlich. Hohe Sporenkonzentrationen in der Raumluft und/oder eine geschwächte Immunabwehr des Beschäftigten, können jedoch zu einer Erkrankung führen. Besonders häufig werden Mykoallergosen oder eine Steigerung der Infektanfälligkeit bei Bibliotheks- und Archivmitarbeitern beobachtet. Dabei sind Restauratoren in besonderem Maße gefährdet, weil sie einen intensiven Kontakt zu verschimmelten Objekten haben.

Die Arbeit der Restauratoren dient dazu, die Bücher und Akten in einem guten Zustand zu erhalten oder diesen wieder herzustellen, damit die Bestände über einen langen Zeitraum genutzt werden können. Das Wachstum von Schimmel-

pilzen führt zu einer Zersetzung von Papier, Leder, Pergament usw. Eine Aufgabe der Restauratoren besteht darin, diesen Prozess aufzuhalten und das Material zu stabilisieren. Dazu müssen die Objekte gereinigt und desinfiziert werden, bevor mit den eigentlichen Restaurierungsarbeiten begonnen werden kann. Durch die Einhaltung von technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen kann die Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe dabei jedoch minimiert und das Erkrankungsrisiko gesenkt werden.

Die Absaugung der Luft während stauender Tätigkeiten ist die wirksamste Maßnahme zum Schutz vor einer Gesundheitsgefährdung durch Schimmelpilze. Zusätzlich kann eine geeignete Organisation der Tätigkeiten in Bibliotheken und Archiven diese Gefährdung minimieren. Der Neuzugang von Objekten muss genauso durchdacht gehandhabt werden, wie die eigentlichen Restaurierungsarbeiten und die anschließende Lagerung. Während aller Arbeitsschritte muss die mögliche Gefährdung durch Schimmelpilze berücksichtigt werden. Beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen ist es außerdem unumgänglich, persönliche Schutzausrüstung – wie Kittel und Handschuhe, teilweise auch Atemschutz – zu tragen. Die personengebundenen Maßnahmen haben jedoch im Vergleich zu den technischen und den organisatorischen Maßnahmen immer die geringste

Wirkung und reichen daher für sich genommen auf keinen Fall aus.

Um nach der Restaurierung ein neuerliches Schimmelpilzwachstum zu verhindern, müssen bei der Lagerung von Büchern, Akten, Grafiken oder ähnlichen Objekten geeignete Bedingungen in den Magazinen hergestellt werden. Vor allem eine niedrige Luftfeuchtigkeit und eine relativ geringe Raumtemperatur sind wichtig, damit die Vermehrung der Schimmelpilze eingedämmt wird. Diese Forderungen sind nur zu erfüllen, wenn das Gebäude in gutem Zustand erhalten wird, damit kein Regen- oder Grundwasser eindringen kann. Wenn Papier einmal feucht geworden ist, kann nur das rasche Eingreifen der Restauratoren mit der Einleitung von „Notfallmaßnahmen“ Schlimmeres verhindern.

Die optimalen Lagerbedingungen dienen der Gesundheit aller Mitarbeiter in Bibliotheken und Archiven und nicht zuletzt der Nutzer dieser Einrichtungen. Durch die Einhaltung aller erforderlichen Schutzmaßnahmen kann davon ausgegangen werden, dass bei den Beschäftigten der Eintritt eines Gesundheitsschadens unwahrscheinlich ist. Die genannten Maßnahmen können auch auf andere Einrichtungen übertragen werden, um dort einen Schutz vor Schimmelpilzwachstum zu gewährleisten. Besonders in Museen finden sich viele Gegenstände aus zersetzbaren organischen Materialien. Gemälde, Möbel, Kleidung, Tierpräparate und vieles andere mehr, können durch Schimmelpilze geschädigt werden, für die ähnliche Wachstumsbedingungen wie in Bibliotheken und Archiven gelten.

Einige der vorgeschlagenen Schutzmaßnahmen beruhen auf bereits seit langem gesicherten Erkenntnissen. Schon William von Baskerville, der Detektiv in „Der Name der Rose“, wusste seine Gesundheit zu schützen, indem er beim Lesen eines bestimmten Buches Handschuhe trug und zum leichteren Seitenumblättern nicht die Finger mit der Zunge anfeuchtete. Letzteres gilt auch heute noch für den Umgang mit Büchern.

I Abkürzungsverzeichnis

ABAS	Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe
ADM-Gut	Archiv-, Depot- und Magazingut
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
aW-Wert	Maß der Wasseraktivität
BArbBl.	Bundesarbeitsblatt
BG	Berufsgenossenschaft
BGBL.	Bundesgesetzblatt
BGI	Berufsgenossenschaftliche Information
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (neu: BGIA)
BioStoffV	Biostoffverordnung
BK	Berufskrankheit
BKV	Berufskrankheitenverordnung
DGHM	Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie
EAA	Exogen-allergische Alveolitis
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
GUV	Gesetzliche Unfallversicherung
GVBl.	Gesetz- und Verordnungsblatt
HIV	Human Immunodeficiency Virus
IVSS	Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit
KBE/m ³	Koloniebildende Einheiten pro Kubikmeter
PE	Polyethylen
pH-Wert	Maßzahl für die Konzentration der Wasserstoffionen in einer Lösung
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
RLT-Anlage	Raumlufttechnische Anlage
TKW	Technischer Kontrollwert
TRBA	Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe
TRGS	Technische Regel für Gefahrstoffe
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
ZKBS	Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit

II Literatur

- [1] **Verordnung über Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen** – Biostoffverordnung (BioStoffV) vom 27. Januar 1999 (BGBl. I, S. 50; 1999 S. 2059, zuletzt geändert 23. Dezember 2004, S. 3758)
- [2] **Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit** – Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I 1996, S. 1246, zuletzt geändert 30. Juli 2004, S. 1950)
- [3] **Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe, TRBA 460** – Einstufung von Pilzen in Risikogruppen, Ausgabe: Oktober 2002 (BArbBl., Heft Nr. 10/2002, S. 78)
- [4] **Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 540** – Sensibilisierende Stoffe (BArbBl. 1/2000, S. 73)
- [5] **Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 907** – Verzeichnis sensibilisierender Stoffe (BArbBl. 10/2002, S. 74)
- [6] **Beschluss des Ausschusses für biologische Arbeitsstoffe (ABAS) 606** – Biologische Arbeitsstoffe mit sensibilisierender Wirkung (BArbBl. 3/2003 S. 66)
- [7] **Technische Regel für biologische Arbeitsstoffe, TRBA 400** – Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (BArbBl. 8/2001 S. 89, zuletzt geändert 4/2002 S. 122)
- [8] **Technische Regel für biologische Arbeitsstoffe, TRBA 405** – Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene biologische Arbeitsstoffe (BArbBl. 5/2001 S. 58, zuletzt geändert 3/2003 S. 59)
- [9] **Technische Regel für biologische Arbeitsstoffe, TRBA 500** – Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen (BArbBl. 6/1999 S. 81)
- [10] **Technische Regel für biologische Arbeitsstoffe, TRBA 240** – Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut (BArbBl. 3/2003 S. 60)
- [11] **Berufskrankheitenverordnung (BKV)** vom 31. Oktober 1997 (BGBl. I, S. 2623)
- [12] **Internationale Sektion der IVSS für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der chemischen Industrie: Sicherer Umgang mit biologischen Agenzien** (Hrsg.); Biotechnologie, Gentechnik, Teil 2: Arbeiten im Laboratorium. 2000, IVSS Heidelberg
- [13] W. MÜCKE, CH. LEMME: **Schimmelpilze: Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmaßnahmen**. Ecomed Verlagsgesellschaft AG & Co. KG, Landsberg, 1999
- [14] E. STRASBURGER, F. NOLL, H. SCHENCK, A.F.W. SCHIMPER: **Lehrbuch der Botanik für Hochschulen**. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 32. Auflage 1983

- [15] H. P. NEUHEUSER:
Gesundheitsvorsorge gegen Schimmelpilzkontamination in Archiv, Bibliothek, Museum und Verwaltung. In: Bibliothek Forschung und Praxis Nr. 2 1996, S. 194–215
- [16] F. RIEGE, E. WENZEL, F. EVERS-MANN:
Schimmelpilzbefall in Thüringer Archiven, Depots und Magazinen. Exposition am Arbeitsplatz, Prophylaxe, Beseitigung. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 59, 1999, S. 123–131
- [17] H. P. NEUHEUSER, M. SCHATA:
Gesundheitsvorsorge in Archiven. Zur Gefährdung durch Schimmelpilz-Kontamination im Umgang mit Archivgut. In: Der Archivar 47, 1994, S. 119–128
- [18] Berufsgenossenschaftliches Institut (Hrsg.): BGI 634 Merkblatt B007 „**Einstufung von biologischen Arbeitsstoffen: Pilze**“, Reihe Sichere Biotechnologie der BG Chemie
- [19] Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes:
Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“). 2002, Umweltbundesamt Berlin
- [20] R. BARROT:
Schimmelpilze – ihre gesundheitliche Bedeutung im Berufsleben, Teil 2: Gesundheitsbeeinträchtigungen, Grenzwerte, Beurteilungsempfehlungen. In: Ergo Med 4/2000, S. 146
- [21] Richtlinie 2000/54/EG:
Richtlinie über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (7. Einzelrichtlinie i.S. von Artikel 16, Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) vom 18. September 2000
- [22] C. HERR, P.M. BITTIGHOFER ET AL.:
Wirkung von mikrobiellen Aerosolen auf den Menschen. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 59, 1999, S. 229–239
- [23] **Hessisches Archivgesetz** vom 18. Oktober 1989 (GVBl. I, S. 270)
- [24] **Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 513 – Begasungen mit Ethylenoxid und Formaldehyd in Sterilisations- und Desinfektionsanlagen** (BArbBl. 6/1996, S. 52; eingearbeitete Änderungen: 2/2000 S. 80)
- [25] B. KLOTZ-BERENDES:
Schimmelpilzbefall in Bibliotheken – Vorkommen, Gefährdung, Bekämpfung. In: Bibliotheksdienst 34, 2000, S. 47–59
- [26] A. D. BAYNES-COPE:
Die Sorge um Bücher und Urkunden. Verlag R. von Acken, Lingen, 1983
- [27] **Desinfektionsmittel-Liste der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM).** mph-Verlag GmbH, Ostring 13, 65205 Wiesbaden

III Hautschutz- und Hygieneplan-Muster

Hautschutz- und Hygieneplan-Muster

(gem. §11 BioStoffV)

Betrieb:

Abteilung:

Datum:

Unterschrift:

WAS	WANN	WOMIT	WIE	WER
Hautschutz beim Tragen von flüssigkeitsdichten Handschuhen	Vor dem Anziehen der Handschuhe Unterhandschuhe aus Baumwolle sind empfohlen	Hautschutz-creme Präparat:	einreiben	Jeder
Hände-desinfektion	Nach jeder Kontamination Nach Beendigung der Tätigkeit Vor Verlassen des Arbeitsraumes	Händedesinfektionsmittel Präparat:	In die trockenen Hände bis zur Trocknung einreiben	Jeder
Händereinigung	Nach Verschmutzung	Flüssigseife Präparat:	Hände unter Warmwasser	Jeder

Nach der Händedesinfektion

Nach Arbeitsabschnitten

Händepflege

Nach jeder Händedesinfektion und -Reinigung
Bei Bedarf

Handpflege- lotion

Präparat:

In die trockenen Hände einreiben

Jeder

Sicherheitswerkbenke

Nach Kontamination
Nach Arbeitsabschnitten

Desinfektionsmittel

Präparat:

Dosierung:

Bei laufender Lüftung
Wischdesinfektion der Arbeitsfläche

Jeder Nutzer

Kontaminierte Arbeitsmittel und Abfälle

Nach Kontamination

-

Entsorgung (Abfall)

Schutzkleidung

wöchentlich

-

Wäscherei

Fußböden

wöchentlich

Reinigungsmittel

Präparat:

Dosierung:

Mit Wischmob (2-Eimer-Methode)

Firma:

IV Betriebsanweisung-Muster (gem. §14 GefStoffV)

Betriebsanweisung-Muster

(gem. § 14 GefStoffV)

Betrieb:

Arbeitsbereich:

Arbeitsplatz:

GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG



gesundheitsschädlich

Preventol CMK

Biozid zur Desinfektion von Papier, stark riechend, Pastillen.

Chemische Bezeichnung: 3-Methyl-4-chlor-phenol (Chlorcresol).



umweltgefährlich

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Preventol CMK ist gesundheitsschädlich bei der Berührung mit der Haut und beim Verschlucken; Gefahr ernster Augenschäden; Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.

Sehr giftig für Wasserorganismen, darf nicht in die Kanalisation gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN



Stäube/Aerosole nicht einatmen; Verarbeitung nur unter einem Abzug; Desinfektion von Papier nur unter einem Abzug oder in luftdicht verschlossenen Behältern durchführen; Berührung mit der Haut und den Augen vermeiden.

Augenschutz: Vollschutzbrille tragen.

Handschutz: Schutzhandschuhe tragen (Gummi oder PVC). Nach Kontamination Handschuhe sofort wechseln.

Körperschutz: Kittel tragen.



Nicht Essen, Rauchen, Trinken, Kaugummi kauen oder Kosmetika auftragen; Preventol CMK von Nahrungsmitteln fernhalten; vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände reinigen.

Lagerung im Originalgebinde; vor Feuchtigkeit und Erwärmung über 40°C schützen.

VERHALTEN IM GEFAHRENFALL

Nach Verschütten/Auslaufen mechanisch aufnehmen; in gekennzeichnete und verschließbare Behälter füllen.

Persönliche Schutzausrüstung (s.o.) tragen.

Maßnahmen zur Brandbekämpfung: Alle Löschmittel sind geeignet.

ERSTE HILFE



Nach Hautkontakt: Haut sofort mit viel Wasser und Seife reinigen; bei Hautreaktionen Arzt aufsuchen.

Nach Augenkontakt: Augen bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen; Arzt aufsuchen.

Nach Verschlucken: Sofort und wiederholt reichlich Wasser trinken (möglichst mit Aktiv-Kohle-Zusatz); Mund wiederholt ausspülen; kein Erbrechen auslösen; sofort Arzt aufsuchen.

Nach Einatmen: Verunglückten an die frische Luft bringen; bei Atembeschwerden ärztliche Hilfe holen.

Nach Kleidungskontakt: Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen.

Notruf: 112 oder

Ersthelfer:

Verletzungen sind dem Vorgesetzten zu melden und in das Verbandsbuch einzutragen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

In geschlossenen Behältern sammeln und als Abfall entsorgen.

V Betriebsanweisung-Muster
(gem. §12 BioStoffV)

Betriebsanweisung-Muster

(gem. § 12 BioStoffV)

Betrieb:

Arbeitsbereich:

Arbeitsplatz:

GEFAHRENBEZEICHNUNG

S

Sensibilisierend

Schimmelpilzhaltiger Staub

Diese Stäube finden sich in der Raumluft schimmelpilzbelasteter Depots, Archive oder Magazine. Sie werden besonders beim Umgang mit verschimmelten Objekten frei.

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Schimmelpilzhaltiger Staub ist als atemwegsensibilisierend eingestuft.

Schimmelpilzhaltiger Staub kann nach einer Sensibilisierung allergische Erscheinungen, vor allem der Atemwege, hervorrufen.

Bei immunschwachen Personen können Schimmelpilze eine Infektion hervorrufen.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN



Beim Umgang mit schimmelpilzbelasteten Objekten ist ein Kittel zu tragen. Die Schutzkleidung (auch Einwegschutzhandschuhe) darf nur in den Arbeitsräumen getragen werden und ist beim Verlassen des Raums abzulegen. Schutz- und Straßenkleidung sind getrennt aufzubewahren (Trennspinde).

Während des Hantierens mit verschimmelten Objekten müssen ungepuderte Einmalschutzhandschuhe (Latex oder Nitril) getragen werden. Schmierkontaminationen (z.B. an Telefonhörern,

Turklinen, Werkzeugen oder Schreibgeräten) sind dabei zu vermeiden.

Bei Gefahr von Staubentwicklung/Aerosolbildung sollen die Arbeiten unter einer Sicherheitswerkbank durchgeführt werden. Fenster und Türen sind während der Arbeiten geschlossen zu halten. Ist die Luftabsaugung technisch nicht möglich, so muss Atemschutz (eine dichtsitzende Halbmaske mit Partikelfilter P2 oder eine partikelfiltrierende Halbmaske FFP2) benutzt werden.

Der innerbetriebliche Transport verschimmelter Objekte muss in geschlossenen und desinfizierbaren Behältern erfolgen.

Die Arbeitsflächen sind nach Beendigung der Tätigkeit nach Hygieneplan zu desinfizieren. Kontaminierte Arbeitsgeräte und Materialien müssen entsorgt werden.

Nicht Essen, Rauchen, Trinken, Kaugummi kauen oder Kosmetika auftragen. Vor den Pausen und bei Arbeitende Hände reinigen.



VERHALTEN IM GEFAHRENFALL



Bei Reinigungsarbeiten in stark kontaminierten Magazinen müssen Einweganzüge mit eng anliegender Kapuze und Atemschutz (Halbmasken mit Partikelfiltern P2 oder partikelfiltrierende Halbmasken FFP2) getragen werden.



ERSTE HILFE



Notruf: 112 oder

Ersthelfer:

Bei Hautreaktionen oder Atembeschwerden Arzt aufsuchen.

Verletzungen sind dem Vorgesetzten zu melden und in das Verbandbuch einzutragen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Verschimmelter Material in geschlossenen Behältern sammeln und als Abfall entsorgen.

Die bislang erschienenen Titel sind zu beziehen:

Unfallkasse Hessen

Leonardo-da-Vinci-Allee 20, 60486 Frankfurt am Main

Service-Telefon Prävention: 069 29972-233, Telefax: 069 29972-235

E-Mail: praev@ukh.de

Download: www.ukh.de/Infomaterial/Druckschriften/Schriftenreihe

Nichtmitglieder wenden sich bitte an den Universum Verlag, Wiesbaden,

Tel.: 0611 9030-501, Fax: 0611 9030-181 bzw. www.universum.de/shop



Band 1
**Nachbereitung
extrem belastender
Einsätze bei der
Feuerwehr**



Band 2
**Mehr Sicherheit
im Schulsport**



Band 3
**Mehr Sicherheit
durch Bewegung**



Band 4
**Der Gewalt
auf der Spur**



Band 5
**Handbuch
Arbeitssicherheit**



Band 6
**Körpergerechtes
Arbeiten für
Erzieherinnen
und Erzieher**



Band 7
**Erziehung (k)ein
Kinderspiel**



Band 8
**Kindertages-
stätten sicher
gestalten**



Band 9
Die sichere Schule



Band 10
**Einführung
in die Schulfahrprüfung**